

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL NO ENSINO DE FÍSICA

TARLEI JOSE DE MESQUITA

A HISTÓRIA E A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA:
COSMOLOGIA, DOS MITOS ÀS CONCEPÇÕES CIENTÍFICAS.

ALFENAS – MG

2019

TARLEI JOSÉ DE MESQUITA

A HISTÓRIA E A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA: COSMOLOGIA, DOS
MITOS ÀS CONCEPÇÕES CIENTÍFICAS.

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação (UNIFAL MG) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Artur Justiniano Roberto Junior.

ALFENAS – MG

2019

TARLEI JOSÉ DE MESQUITA

HISTÓRIA E A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA: COSMOLOGIA, DOS MITOS ÀS CONCEPÇÕES CIENTÍFICAS.

A Banca Examinadora abaixo-assinada aprova a Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação (UNIFALMG) como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física pelo Mestrado Nacional Profissional/MNPEF.

Agenor Pina da Silva

Universidade Federal de Itajubá

Aprovada em: _____

Universidade Federal de Alfenas

Prof. Dr. Artur Justiniano Roberto Júnior

Universidade Federal de Alfenas

João Vicente Zampeiron

Universidade do Estado de Minas Gerais – Passos.

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a minha esposa, aos meus três filhos, aos meus pais, aos meus professores do mestrado e, principalmente, ao meu orientador que muito fez para que este sonho fosse concretizado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos apoios dos meus eminentes colegas e amigos discentes da turma 2017.1 do Polo 28 do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, realizado na Universidade Federal de Alfenas, UNIFAL, MG.

Agradeço de forma enfática e com muito louvor aos discentes do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Alfenas, UNIFAL MG, Prof. Dr. Célio Wisniewski, Profa Dra. Cristiana Shimith de Magalhães, Prof. Dr. Frederico Augusto Toti, Prof. Dr. Lhosvany Camps Rodriguez, Prof. Dr. Paulo Alexandre Bressan e Profa Dra Thirza Pavan Sorprezo, que lecionaram no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pelos ensinamentos, inspiração, conhecimentos e motivações durante o curso.

Agradeço, em especial, ao meu Orientador Prof. Dr. Artur Justiniano Roberto Junior por sua orientação e apoio durante o curso de mestrado, pela sua atenção, dedicação, profissionalismo e trabalho para que esta dissertação pudesse ser concluída. Fique certo de minha imensa e eterna gratidão que com sua presença e apoio, como orientador, pude realizar um trabalho de acordo com as normas exigidas pela comunidade científica.

Agradeço à minha esposa, Aparecida Rosalina de Mesquita, e meus filhos, Guilherme Abreu de Mesquita, Pedro Henrique Borges de Mesquita e João Pedro Ponciano Abreu de Mesquita, que durante estes anos acreditaram na minha busca incessante por melhor qualificação e valorização profissional me apoiando e incentivando para que eu pudesse alcançar maior sucesso pessoal e intelectual.

Agradeço aos meus oito irmãos e aos meus pais, Ponciano do Carmo de Mesquita e Maria Edwirges de Mesquita, que tanto sonhou e esperou para ver seu filho preparado para ser um professor competente, honrado e um verdadeiro profissional.

Por fim, agradeço a CAPES que confiou no meu projeto de pesquisa financiando meus estudo com uma valiosa bolsa de estudo.

RESUMO

Neste trabalho de pesquisa foi discutido a natureza da ciência e da atividade científica nas aulas de Física no segundo ano do Ensino Médio utilizando os episódios da História da Ciência, em uma escola pública. Pretendeu-se, com isso, refletir sobre as características da ciência e da atividade científica repensando e reconstruindo, de forma contextualizada e significativa, os conhecimentos produzidos e descobertos. Para isso, foi criada uma sequência didática, como produto da dissertação, na qual foi contemplado alguns episódios da história da ciência, Cosmologia, desde os Mitos às Concepções Científica. Para isso se valeu da Filosofia da Ciência de Thomas Kuhn, Karl Popper e Paul Feyerabend como propósito de discutir algumas visões sobre a natureza da ciência. Para tal, a sequência didática foi dividida em seis aulas, distribuídas em “três momentos pedagógicos” de Demétrio Delizocov e José Peres Angotti. No primeiro momento houve uma “*Problematização Inicial*” discutindo a natureza da ciência e da atividade científica através de vídeos, discussões, reflexões e debates. No segundo, uma “*Organização do Conhecimento*”, no qual os estudantes conheceram os episódios da história da ciência tirando suas dúvidas assistindo vídeos e estudos de textos, e no terceiro momento foi proposto uma “*Aplicação do Conhecimento*” em que foram realizadas diversas atividades, debates, discussões, produção de vídeos, seminários e rodas de conversa. E para facilitar as atividades propostas aos alunos, foram disponibilizados a eles “*textos de apoio*” contendo vários episódios sobre Cosmologia e Filosofia da Ciência. Já de posse dos resultados, percebeu-se que os estudantes encontraram dificuldades inicialmente em compreender e diferenciar os aspectos intrínsecos à história da ciência e sobre a sua natureza. Isso ocorreu devido suas visões ingênuas e distorcidas sobre a atividade científica. Mas, durante as apresentações das atividades propostas em cada momento percebeu-se que, apesar dessas dificuldades, os estudantes procuraram, em suas pesquisas e apresentações, entender as características da ciência e como esse conhecimento foi produzido. Pode-se concluir que a falta de familiaridade dos estudantes com a história e a natureza da ciência é devido a não abordagem e discussões desses assuntos nas aulas e o professor é o principal agente multiplicador, gestor e responsável pelo processo de ensino e somente ele poderá dar significado às aulas introduzindo nelas discussões e reflexões sobre a atividade científica e como esse conhecimento é produzido e validado.

Palavras-chave: Natureza da Ciência. História da Ciência. Cosmologia. Sequência Didática. Os Três Momentos Pedagógicos. Atividade Científica.

ABSTRACT

In this qualitative research work was discussed the nature of science and scientific activity in Physics classes in the second year of high school using, for this, the episodes of the History of Science, in a public school. Intended to thereby reflect on the characteristics of science and scientific activity rethinking and rebuilding of contextualized and meaningful way, the knowledge produced and discovered. For this, a didactic sequence was raised, as a product of the thesis, which was awarded in some episodes of the history of science, cosmology, from Myths to the Scientific Conceptions. For it was used of the philosophy of science Thomas Kuhn, Paul Feyerabend and Karl Popper and the purpose of discussing some views about the nature of science. To this purpose, the didactic sequence was divided into six classes, divided into "three teaching moments" Demetrius Delizocov and José Peres Angotti. In the first moment there was a 'Questioning Initial' discussing the nature of science and scientific activity through videos, discussions, reflections and debates. In the second, a "Knowledge Organization", where students knew in detail the episodes of the history of science taking their questions watching videos and study texts, and the third time was proposing a "Knowledge Application" where were carried out various activities, debates, discussions, video production, seminars and conversation circles. And to facilitate the activities proposed to the students, they have been made available to them "text support" containing several episodes of cosmology and philosophy of science, and epistemology. Already in possession of the results, it was noticed that students found it difficult initially to understand and distinguish the substance of the history of science and on its nature. This was due to their naive and distorted views about the scientific activity. But during the presentations of the proposed activities in each time we realized that, despite these difficulties, the students tried in their research and presentations, understand the characteristics of science and how this knowledge was produced. Thus, it can be concluded that the lack of familiarity of students with science and on science is due to not approach these issues in class by the teacher. Therefore, the teacher is the main agent multiplier,

Key words: Nature of Science. History of Science. Cosmology. Following teaching. Three Pedagogical Moments. Scientific activity.

SUMÁRIO

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 9 |
| 2 | OBJETIVOS..... | 12 |
| 2.1 | Objetivo geral. | 12 |
| 2.2 | Objetivos específicos. | 12 |
| 3 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 13 |
| 3.1 | A História e a Filosofia da Ciência no Ensino Médio | 13 |
| 3.2 | Os três momentos pedagógicos de Demétrio Delizoicov e José Peres Angotti..... | 18 |
| 4 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 22 |
| 4.1 | A descrição do produto | 23 |
| 4.2 | Apresentação..... | 24 |
| 4.3 | Primeiro momento pedagógico: problematização inicial. | 25 |
| 4.4 | Segundo momento pedagógico: Organização do Conhecimento. | 29 |
| 4.5 | Terceiro momento pedagógico: Aplicação do Conhecimento..... | 36 |
| 5 | RESULTADOS | 39 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 59 |
| 7 | REFERENCIAIS..... | 61 |
| | APÊNDICES..... | 65 |

1 INTRODUÇÃO

Os resultados obtidos no processo de ensino de física nas últimas décadas não foram bons! Aliás, a cada dia mais desanimadores! As críticas são muitas, como ensino defasado e descontextualizados; profissionais mal formados, despreparados e desvalorizados; baixo rendimento dos alunos; falta de estrutura física e pessoal; currículos e metodologias ultrapassadas e, conseqüentemente, alunos desinteressados e professores desanimados. Por isso, os professores das escolas públicas estão insatisfeitos com os resultados obtidos nas avaliações (internas e externas) realizadas pela escola e pelos resultados da aprendizagem ano após ano dos alunos. Isso verificou-se na literatura tal insatisfação e constatação. Segundo Do Nascimento e De Carvalho,

como professores do Ensino Médio, estávamos insatisfeitos com os resultados em nossos cursos: alunos com dificuldades, que não entendiam a matéria, que não relacionavam com o seu dia-a-dia, que procuravam apenas que fórmula usar para acertar o problema. Buscávamos um modo de, mudando nossa prática, atingir melhores resultados em relação à aprendizagem (DO NASCIMENTO E DE CARVALHO, 2004).

Uma das críticas mais contundentes foi a que Feynman (2010) fez em uma de suas palestras dezenas de anos atrás, na década de 50 em uma de suas vindas ao Brasil. Ele fez uma dura crítica ao ensino de ciências, principalmente sobre as aulas de Física e sobre o método de ensino praticado no Brasil quando, numa palestra, disse: *“Eu não conseguia entender como alguém podia ser educado neste sistema de auto propagação, na qual as pessoas passam nas provas e ensinam os outros a passar nas provas, mas ninguém sabe nada”*. Então, concluiu Feynman, *“O principal propósito da minha apresentação é provar aos senhores que não se está ensinando ciência alguma no Brasil (FEYNMAN, 2010).*

Tal episódio ocorreu há mais de meio século e depois disso quase nada mudou. Aliás, agravou ainda mais – Fazem-se a mesma coisa. Isso é, ensinam-se aos alunos a decorar fórmulas, leis, teorias e regras, além de reproduzi-las e aplica-las na prática. Mas, sem contextualização do conhecimento apresentado. Portanto, praticam um ensino vazio e não significativo.

Na escola onde foi realizado este trabalho, assim como em muitas outras, enfrentam-se a mesma situação. Isto é, além dos péssimos resultados das avaliações feitas pelas instituições governamentais e pela própria escola, houve perda de autoridade do professor, péssimas condições de trabalhos, alunos e professores à mercê das políticas públicas, excesso de direitos aos alunos e nenhuma contrapartida exigida pelos órgãos competentes quanto aos resultados negativos da aprendizagem e a situação caótica que o processo de ensino e aprendizagem se encontra.

Nesse quadro de abandono e indiferença, os conteúdos programáticos foram e são transmitidos aos alunos de forma descontextualizada, sem sequência, desconectados da realidade em que vivem, sem dar importância aos seus aspectos históricos e científicos, valendo-se de uma didática e metodologias incompatíveis com a realidade. Como disse Feynman (2010): “ - *Sistema de auto propagação*”. Assim, a sua fala é reforçada por muitos estudiosos e pesquisadores encontrados na literatura como em Acevedo (2008) em seu artigo “El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias”, *os profesores están despreparados e ofrecen un ensino pobre e vacío*.

Segundo Lederman (1999), um dos problemas está relacionado com a formação dos professores. Segundo ele, “*os profesores têm visões deformadas sobre a natureza da ciência*”. Isso faz com que os estudantes apresentem concepções inadequadas e ingênuas sobre a natureza da ciência e sobre sua história”. Com isso, o conhecimento é transmitido de forma desconectada, a-histórica e sem dar importância no seu processo de construção.

Os mesmos argumentos podem-se encontrar em Matthews (1994) que discute em seu livro “*Science Teaching*”, que tanto o ensino de ciências quanto a formação dos professores de ciências podem melhorar se a História e Filosofia da Ciência forem incluídas nos programas curriculares e aponta diferentes aspectos como potencialmente significativos ao trazer esses assuntos para o processo educacional. Para ele, o aluno deve entender e discutir como o conhecimento foi produzido, saber o contexto da descoberta e compreender a forma de pensar da época em que se deu sua produção. Assim, segundo Matthews (1994), um dos aspectos que se pode destacar é o fato da inserção da filosofia da ciência no ensino. Para ele, existem diferentes formas de se pensar e se ensinar ciência e sobre ela e, para qualquer tentativa de explicação ou caracterização da atividade científica, ocorrerão críticas e contrapontos que evidenciarão diferentes formas de ver como ela funciona e se apresenta. Isso, porque a ciência tem características próprias e que, para ensinar, construir e criar o conhecimento científico é preciso levar em consideração as múltiplas visões sobre como ela é concebida, o contexto da descoberta e como a ciência se desenvolve.

Um outro aspecto sobre o processo de ensino de ciência reside na ideia de que o passado ajuda a compreender o presente, promove a melhor compreensão dos conceitos e métodos científicos, e ajuda a projetar o futuro. Assim, nesse trabalho defendeu-se a inserção nas aulas de física o estudo da história da ciência e de sua natureza, além de uma proposta de como fazer essa inserção. Mas, antes de tudo, é preciso deixar claro que é necessário que os professores sejam bem formados, preparados e capacitados para tratar desses assuntos e que existam a sua disposição, materiais didáticos e de pesquisas adequados e acessíveis, visto que o processo de ensino de física é uma árdua e desgastante atividade pedagógica e cognitiva que exige à disposição dos profissionais de educação

muitas fontes de pesquisas. Portanto, ensinar ciência e sobre ciências não é tarefa fácil. Segundo Martins (2012) é necessário conhecimento, criatividade, sensibilidade, destreza, competência e estar constantemente se atualizando. Um professor que faz isso, conhece sua própria matéria; lê muito sobre outros ramos da ciência; sabe como ensinar; é capaz de expressar-se claramente; possui capacidade de manipulação; é criativo tanto nas aulas teóricas como nas práticas; possui raciocínio lógico; tem um quê de filósofo; tem certas qualidades de historiador que lhe permitem sentar-se com os alunos e colegas tecer explicações e comentários sobre os feitos dos cientistas e da ciência na sala e fora dela.

Por isso, nesta pesquisa foi contemplado a Cosmologia como tema gerador de uma proposta de ensino usada para inserir o estudo da história da ciência e de sua natureza nas aulas de física no segundo ano do ensino médio. A hipótese que norteou esse trabalho é de que uma abordagem histórica sobre a Cosmologia deve ser capaz de ofertar ao estudante uma visão geral sobre os mecanismos envolvidos na evolução do pensamento e sobre os dilemas em torno da validade das teorias. Ou seja, a abordagem histórica e filosófica abre espaço para que sejam discutidos os meios pelos quais a ciência se desenvolve. Com isso, sua escolha também se deve ao fato do grande interesse do professor e dos estudantes por esse assunto.

Pode-se encontrar na literatura muitos defensores dessa proposta. Para Martins (2012) este é um assunto que desperta a curiosidade nos seres humanos desde os primórdios e perpassa todo o empreendimento científico, considerado como uma tentativa de desvelar os segredos do universo. Para Schiavoni (2014) a Cosmologia mostra-se com grande potencialidade, pois é um tema que, além de despertar a curiosidade, mexe com o imaginário das pessoas em geral, especialmente jovens e crianças. Daí a importância de inserir a história da ciência nas aulas de Física usando seus episódios. Segundo Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2014), os professores podem fazer uso de episódios da Cosmologia para estimular debates sobre o valor atribuído pelos alunos à ciência, dando espaço para a discussão de questões de como a ciência pode, poderia ou deveria ser. É o que fizeram, por exemplo, Henrique & Silva (2009) no trabalho intitulado “*Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia: O universo teve um começo ou sempre existiu?*” onde eles utilizaram a Cosmologia em uma proposta de discussão explícita sobre o papel dos modelos e concepções filosóficas na ciência para mostrar o caráter provisório do conhecimento científico. Para isso, nessa dissertação mostra o trabalho desenvolvido e pesquisado para criar e aplicar aulas sobre Cosmologia à luz da história e da natureza da ciência para o ensino médio. O produto educacional desenvolvido são textos, aulas e vídeos para orientação de professores e alunos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral.

O objetivo principal desta pesquisa é discutir a natureza da ciência utilizando seus episódios para inserir o estudo de sua história nas aulas de física no ensino médio. Para fazer isto, utilizou-se a cosmologia como tema norteador do trabalho em uma sequência didática.

2.2 Objetivos específicos.

Os objetivos específicos são:

1. Produzir um material didático sobre a história da cosmologia: dos mitos cosmogônicos à cosmologia científica.
2. Discutir a natureza da ciência se valendo de sua história.
3. Entender como o fato de problematizar a história da ciência estudando os episódios da ciência, no caso a cosmologia, em sala de aula, pode auxiliar o ensino de física no Ensino Médio.
4. Organizar o conhecimento para compreender as situações problematizadas necessárias para entender a construção do conhecimento e a natureza da ciência.
5. Aplicar o conhecimento através de atividades, seminários e discussões mostrando que compreendeu e entendeu a natureza da ciência.
6. Aplicar esse produto educacional desenvolvido e relatar o que foi observado.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A História e a Filosofia da Ciência no Ensino Médio

A natureza da ciência pode ser entendida como um conjunto de fatos e elementos que ajudam na construção e organização do conhecimento produzido pelos cientistas ao longo dos tempos. Isso envolve questões internas como os métodos de se fazer ciência, as observações, os experimentos e as teorias. Há também as questões externas como os elementos religiosos, sociais, culturais e políticos que podem ou não avaliar os produtos produzidos. Por isso, ao se tratar dos episódios da ciência e de sua natureza, a compreensão de todas as questões envolvidas é essencial.

Podemos encontrar na literatura muitos defensores dessa tese. Segundo Matthews (1994), em seu artigo sobre “*O papel da história da filosofia e da ciência*”, para que ocorra a compreensão de um conceito teórico, construído pelos cientistas é necessário também que se compreenda o seu desenvolvimento histórico. Para Matthews,

a história promove melhor a compreensão dos conceitos e métodos científicos; favorecem abordagens históricas conectando o desenvolvimento do pensamento individual com o desenvolvimento das ideias científicas; a história da ciência é necessária para se entender a natureza da ciência; a história neutraliza o cientificismo e dogmatismo que são encontrados nos manuais de ensino de ciências e nas aulas e a história humaniza a matéria científica, tornando-a menos abstrata e mais interessante aos alunos. (MATTHEWS, 1994, p.50)

Também, pode-se encontrar nos documentos oficiais sobre a natureza da ciência que aparece nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2002). Assim, ao tratar das competências a serem desenvolvidas e trabalhadas com e pelos estudantes nas aulas de Física, os PCNEM (BRASIL, 2002) envolvem, na categoria de investigação e compreensão, vários elementos conectados à natureza da Ciência, como:

Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época. [...] Compreender a Física como parte integrante da cultura contemporânea, identificando sua presença em diferentes âmbitos e setores. [...]. Reconhecer, em situações concretas, a relação entre Física e ética, seja na definição de procedimentos para a melhoria das condições de vida, seja em questões como do desarmamento nuclear ou em mobilizações pela paz mundial. (BRASIL, 2002).

Esse assunto aparece novamente nos Parâmetros Curriculares Nacional do Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2002) ao tratar do tema Universo, Terra e Vida quando especifica que é,

[...] indispensável uma compreensão de natureza cosmológica, permitindo ao jovem refletir sobre sua presença e seu lugar na história do Universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência. Espera-se que ele, ao final da educação básica, adquira uma compreensão atualizada das hipóteses, modelo e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vive, com que sonha e que pretende transformar. (BRASIL, 2002)

Também, pode-se verificar no PNCC (2017) que ao reconhecerem que os processos de transformação e evolução permeiam a natureza e ocorrem das moléculas às estrelas em diferentes escalas de tempo, os estudantes têm oportunidade de elaborar reflexões que situem a humanidade e o planeta Terra na história do Universo, bem como inteirar-se da evolução histórica dos conceitos e das diferentes interpretações e controvérsias envolvidas nesta construção.

Assim, para o PNCC (2017) é preciso analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis. Contudo, o PNCC (2017) espera que os estudantes sejam capazes de analisar e discutir modelos, teorias e leis propostas em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e evolução da Vida da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.

Como podem perceber do excerto acima, o estudo da nossa natureza cosmológica está de acordo com o desenvolvimento da competência geral de contextualização sociocultural, pois leva o estudante a compreender que a organização do conhecimento físico ocorre em um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época, envolvendo a realidade de forma contextualizada e consciente.

Contudo, para que o ensino da história e filosofia da ciência seja explorada de forma adequada, é necessário professores preparados e imparciais. Nesse sentido, há quase que um consenso na literatura especializada (MATTHEWS, 1994; MARTINS, 2007; DE CARVALHO & VANNUCCHI, 2016; DAMASIO & PEDUZZI, 2017) sobre a da necessidade da inclusão da dimensão histórica e filosófica na formação dos professores.

Ainda, segundo Matthews (1995), em seu artigo “*História, Filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência atual de Reaproximação*”, o sucesso da introdução da História da Ciência nas aulas de ciências dependerá em primeiro lugar de introduzir cursos de história e filosofia da ciência apropriados à formação dos futuros professores e também dos profissionais já atuantes. Esse tipo de proposta se aplicada, ajuda a evitar as visões distorcidas sobre os processos e fatores envolvidos na construção do conhecimento, de seu método, de suas relações com os seus condicionantes sociais e, sobretudo, evitar um processo de ensino focado somente nos conceitos, sem se preocupar com o seu

desenvolvimento histórico. A respeito disso, leia o que diz Moraes e colaboradores (1998) em seu artigo “*A interdisciplinaridade no ensino das ciências a partir de uma perspectiva histórico-filosófica*”:

Nossa experiência de professores e de pesquisadores no ensino do segundo grau tem demonstrado que não podemos estar preocupados com o aprendizado dos conceitos pelos conceitos. Muitas vezes a preocupação excessiva com o entendimento de como os alunos aprendem os conceitos pode levar ao esquecimento do porquê se deve aprendê-los. Nesse sentido, é fundamental que os estudantes percebam o conhecimento como uma construção de homens inseridos na história (MORAES a, et. al. 1998).

Entretanto, existem ainda alguns obstáculos à presença da história e da natureza da ciência em sala de aula que afetam a educação de modo geral, independente da inovação a que se propõe ou da metodologia utilizada. Segundo Martins (2007), dentre estes obstáculos destacam-se: baixos salários dos professores; alunos desmotivados devido, por exemplo, a fatores sociais que afetam seu desempenho escolar; precariedade na infra-estrutura das escolas, particularmente, nas escolas públicas; salas de aula inadequadas e com número excessivo de alunos; obrigatoriedade em se cumprir currículos apertados, tirando a autonomia do professor.

Segundo Hottecke e Silva (2011), os obstáculos para introduzir a história da natureza da ciência nas aulas de física são a cultura do ensino de física que difere das culturas do ensino de outras disciplinas; habilidades, atitudes e crenças dos professores de Física sobre o ensino de Física e epistemologia; o quadro institucional do ensino de ciências, especialmente no desenvolvimento de currículos e a falta de conteúdos adequados de história da natureza da ciência em livros didáticos.

Já para Pena e Ribeiro Filho (2008) a principal dificuldade está na formação dos professores, o que implica em ações no âmbito da graduação e na pós-graduação que favoreçam a relação entre a pesquisa em ensino de física e a prática docente. Essa relação deve ocorrer, segundo os autores, através da produção de materiais adequados que visem fornecer ao professor, subsídios para as aulas mais consoantes com os resultados das pesquisas e que cheguem efetivamente à sala de aula. Não é só isso, Fourez (2016) discute se não seria a hora de as universidades e as escolas superiores formarem professores de ciências para análise das implicações sociais do ensino de suas disciplinas, o que acarretaria, segundo o autor, uma redefinição da ciência escolar e na forma de condução das atividades de ensino.

Apesar das dificuldades apontadas e dos desafios a serem superados, o uso da história e da natureza da ciências nas aulas de física, por professores com formação adequada para tratar desses assuntos, é um ativo valioso para problematizar as visões inadequadas de estudantes sobre a construção do conhecimento científico, melhorar o aprendizado de conceitos e despertar o interesse

desses aprendizes pela ciência. Para Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2014) uma forma de se fazer isso é introduzir nas aulas de Física o estudo de episódios do desenvolvimento da Física à luz da natureza da ciência através de discussões, debates e questionamentos. Para eles,

a realização de discussões sobre aspectos controversos da ciência é essenciais para a formação de cidadãos críticos, conhecedores da riqueza da construção do conhecimento científico e conscientes dos limites da autoridade científica, capacitados para contestar de maneira sensata e equilibrada as afirmações emitidas por especialistas sobre que tipo de sociedade queremos no futuro. (BAGDONAS, ZANETIC E GURGEL, 2014).

Acrescenta-se ainda a força que o estudo da história e da natureza da ciência tem para desmistificar e humanizar a figura do cientista, que muitas vezes é apresentado como um gênio solitário e revolucionário. Além disso, esse tipo de abordagem favorece a percepção da influência dos aspectos sociais e humanos no trabalho dos cientistas, e, também, ajuda no entendimento da construção histórica das formulações matemáticas que representam as leis Físicas, que na maioria das vezes são apresentadas de forma a-histórica e anacrônica. Em relação a tudo isso, Mathews (1995) entende que o estudo da natureza da ciência nas aulas

pode humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; pode tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento mais integral da matéria científica, isto é, pode contribuir para a superação do “mar de falta de significação” que se diz ter inundado as salas de aulas de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam (MATHEWS, 1995)

Nessa mesma linha, Do Nascimento e De Carvalho (2004), em seu artigo “*A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciência*”, reforçam o uso de diversas metodologias, o uso de aspectos de filosofia da ciência e a necessidade de uma alfabetização científica utilizando conceitos científicos e aplicações de textos históricos sobre episódios da ciência para que os alunos possam compreender alguns aspectos importantes sobre o conhecimento científico, como: a ciência é uma atividade humana com caráter provisório e a construção de uma visão histórica e problemática da ciência.

Os autores concluem que o uso de textos históricos valoriza o ensino e a aprendizagem além de trazer a oportunidade de discussões epistemológicas. Para Gama e Zanetic (2009), é importante que tenha uma abordagem epistemológica no ensino de Física através do uso de episódios da história

da ciência. Segundo ele, o conhecimento científico goza de certa autoridade e a manutenção de uma autoridade, derivada do mistério, é indesejada e pode ser considerada antiética do ponto de vista educacional, especialmente se admitimos que o papel da ciência é esclarecer, não ocultar. Isso implicaria que a educação científica tem de esclarecer sobre a dinâmica e construção da ciência. Segundo Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2017), na medida em que se reconhece haver questões controversas sobre a natureza da ciência, é natural que haja também divergências no modo como educadores, cientistas, historiadores, filósofos e sociólogos pensam ser a visão adequada sobre a ciência a ser apresentada às futuras gerações.

Para Lederman (1999) isso ocorre porque a natureza da ciência assume concepções diversas conforme característica de cada autor. Por isso, não há somente uma maneira de se criar, reproduzir e descobrir o conhecimento científico. E sim, muitas.

Entretanto, mesmo havendo diversas maneiras e visões a respeito da natureza da ciência, pode haver um consenso sobre alguns pontos cruciais. Apesar das divergências, existem alguns aspectos convergentes. Nesse sentido é que Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2012) defendem que controvérsias epistemológicas também sejam abordadas na educação básica. Eles são favoráveis que o pluralismo de visões sobre a natureza da ciência seja levado para a sala de aula, sem desprezar diferentes visões epistemológicas. Assim, para eles

a presença nas aulas de ciências de discussões sobre questões controversas como: O que é ciência? Qual é a diferença entre opinião, crença e conhecimento? A ciência busca a verdade? Como julgar entre hipóteses ou teorias diferentes em competição? Qual é o valor da pesquisa científica para nossas vidas? Ousar em abordar essas controversas em sala de aula envolve questionar a postura tradicional do professor como detentor da verdade que deve ter a resposta para todas as perguntas. Ainda que estas questões não tenham respostas definidas, consideramos que elas são muito importantes para a formação de professores de ciência e até mesmo no ensino médio, por que estão diretamente relacionadas à autoridade e ao valor atribuído ao conhecimento científico. Esse tipo de discussão, ainda que seja bastante desafiadora, pode acostumar os alunos com a ideia de que discussões abertas são boas oportunidades de aprendizado, mesmo que não se chegue a uma conclusão definitiva. (BAGDONAS, ZANETIC e GURGEL - 2012)

Assim, ao se trabalhar com a ciência e sobre ela, deve-se estar de olho em suas vicissitudes. Perceber que a natureza da ciência refere-se tipicamente à epistemologia da ciência, utilizada como uma forma de conhecer os valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento. Com isso, o conhecimento científico, construído ao longo do tempo, não pode ser

apresentado e usado de forma aleatória, ao acaso, sem ser lapidado, refletido, questionado e discutido. Assim, para ser repassado toda essa bagagem cultural é preciso ser adaptada à realidade, à cultura e as práticas locais. Para isso, é preciso problematizar, organizar, reestruturar e aplicar esse conhecimento, usando atividades onde o aluno possa organizar e ressignificar mentalmente as informações adquiridas, oralmente e chegar a uma conclusão com a qual ele possa desenvolver seu modo de pensar e agir.

Nesse sentido o referencial pedagógico que serve como embasamento técnico por trás das atividades propostas neste trabalho são os “*Três Momentos Pedagógicos*” de Delizoicov e Angotti (1992) que darão corpo e significado à construção da sequência didática e as suas etapas. Dessa maneira, nos valeremos em observar e sondar os conhecimentos prévios, que emergem do conhecimento construídos dos nossos antepassados, de forma que eles se conectem de maneira não arbitrária e não literal com o conhecimento novo. Para colocar em prática essa proposta esses momentos serão utilizados para poder discutir a natureza da ciência se valendo dos seus episódios.

3.2 Os três momentos pedagógicos de Demétrio Delizoicov e José Peres Angotti

Apesar da grande diversidade de metodologias de ensino, que para Feyerabend (1989) são todas válidas, “*Os Três Momentos Pedagógicos*” correspondem fielmente a proposta de usar ferramentas pedagógicas poderosas para organizar o processo de ensino/aprendizagem significativa e segura. Assim, essa abordagem é permitida a problematização do conteúdo contemplado nas aulas, sua organização, aplicação prática, crítica e argumentativa do conhecimento através de atividades contidas neste trabalho.

Delizoicov e Angotti (1990) criaram uma dinâmica em projetos de ensino de ciências para ser usada na sala de aula com temas diversificados pré-definidos inspirados nas concepções socialistas e liberalista de Paulo Freire (2018) denominado “*Os Três Momentos Pedagógicos*”. Esta dinâmica permite a transposição da concepção de educação de Paulo Freire para os chamados espaços formais de educação.

Paulo Freire (2018) propôs que deve existir a articulação dos conhecimentos através dos temas ao planejarmos atividades de ensino que foram denominados de temas geradores. Assim, nesses três momentos, é preciso trabalhar com o conhecimento prévio do aluno. Assim, a organização do trabalho docente, segundo Delizoicov e Angotti,

Orientações ao professor: detalham indicações metodológicas para o desenvolvimento dos conteúdos a nível técnico e experimental. Essas indicações são pautadas por três momentos

pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990)

O primeiro momento é “Problematização Inicial” que se inicia com algumas questões propostas pelo professor relacionadas com a realidade vivida pelos alunos que estão de acordo com os temas - conhecimentos científicos - estudados. Finalizando esta fase com a análise do conhecimento que ainda precisam ser apreendidos para o entendimento do tema proposto. Isto é, apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam em que estão envolvidos nos temas. Delizoicov e Angotti (1990) comentam que na problematização, são apresentadas questões e situações para discussão com os alunos. Assim, para eles,

mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque, provavelmente, não dispõem do conhecimentos científicos suficientes (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990).

Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa discutir e compartilhar o que eles pensam. Para os autores a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão e fazer com ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém. Segundo os autores, Delizoicov,

a problematização poderá ocorrer pelo menos em dois sentidos. De um lado, pode ser que o aluno já tenha noções sobre as questões colocadas, fruto de sua aprendizagem anterior, na escola ou fora dela. Suas noções poderão estar ou não de acordo com as teorias e as explicações das ciências, caracterizando o que se tem chamado de concepções alternativas ou conceitos intuitivos dos alunos. A discussão problematizadora pode permitir que essas concepções apareçam. De outro lado, a problematização poderá permitir que o aluno sinta a necessidade de adquirir outros conhecimentos que ainda não detém: ou seja, coloca-se para ele, um problema para ser resolvido. Eis porque a questões e situações devem ser problematizadas (DELIZOICOV, 2001).

O propósito deste momento é incitar os alunos através de documentários, discussões, perguntas, debates, vídeos, palestras e aulas expositivas sobre a atividade científica envolvendo nas aulas da natureza da ciência estudando os seus episódios. Neste momento é importante que os estudantes questionem ao professor, discutem ideias com os colegas e tenham atitude de pesquisar

buscando informações para ter argumentos para discutir suas indagações e anseios. Segundo Silva e De Andrade Martins (2003) em seu artigo “*A teoria das cores de Isaac Newton*” uma vez que se está tratando de uma estratégia de ensino, é conveniente que o docente reserve um momento para a discussão das questões em sala.

Este momento teve como foco problemas relacionados com questionamento do professor sobre o que é ciência, como ela é construída, quais são suas características, quando o universo surgiu, quem somos, de onde viemos e para onde vamos? Ou sobre questões relacionadas com a relação entre mito e religião entre outros questionamentos.

O segundo momento, “Organização do Conhecimento”, os conhecimentos serão estudados realizando diversas atividades, desenvolvendo conceituação física para compreender as situações problematizadas no primeiro momento e se conscientizando dos saberes científicos do primeiro momento. Assim, a organização do conhecimento é o momento em que, sob orientação do professor, os conhecimentos necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados e organizados. Visando isso, afirmam-se, Delizoicov e Angotti que,

[...] será preparado e desenvolvido, durante o número necessário de aulas, em função dos objetivos definidos e do livro didático ou outro recurso, pelo qual o professor tenha optado para o seu curso. Serão ressaltados pontos importantes e sugeridas atividades, com as quais se poderá trabalhar para organizar a aprendizagem. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 2001)

Neste momento, a ideia é fazer o aluno ler textos, pesquisar em livros e na internet, discutir, refletir e debater sobre suas dúvidas e concepções. O importante deste momento é fazer o aluno pesquisar, ler e tentar entender suas dúvidas, concepções e questioná-las. Já no terceiro momento, “Aplicação do Conhecimento”, será envolvido o conhecimento que está sendo assimilado pelo aluno em relação às situações apresentadas na problematização.

Além de envolver os conhecimentos sobre as situações iniciais, é preciso a análise e a interpretação das situações iniciais e de situações que, mesmo não estando ligadas diretamente aos problemas iniciais, podem ser compreendidas pelo conhecimento que foi apreendido. Neste momento, os autores, Delizoicov e Angotti, afirmam que:

destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto a situações iniciais que determinam o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990)

Nesta etapa esperava-se que o estudante já tivesse condições de questionar, argumentar, levantar hipótese, debater e defender suas concepções. Para isso, foram criados por eles seminários, debates e documentários sobre suas conclusões e concepções. A ideia deste momento foi verificar se eles aprenderam e entenderam como o conhecimento científico fora produzido. Por isso, o objetivo de momento foi capacitar o aluno para colocar em prática o conhecimento adquirido em situações reais. Aqui se buscou a generalização da conceitualização.

Esse foi o momento que se destinou a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo quanto em outras, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, passam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Podemos perceber que o processo de ensino tem que diagnosticar a bagagem cognitiva do aluno para depois mostrar a eles a história real do conhecimento para, finalmente, capacitá-lo para que ele colocasse em prática os conhecimentos adquiridos em situações reais. Isto podemos verificar em Pierson e Hosoume (1997) em seu artigo “*Cotidiano e a busca de sentido para o ensino de Física*”. Segundo ele,

podemos olhar os momentos pedagógicos como “Três Momentos” que “*devem suceder no processo de ensino e aprendizagem: o primeiro momento de mergulho ao real, o segundo caracterizado pela tentativa de apreender o conhecimento, já construído e sistematizado, relacionando esse real que se observa e o terceiro momento de volta ao real, agora de posse dos novos conhecimentos que permitam um novo patamar de olhar*” (PIERSON, 1997: p. 156)

Com a busca de novas ferramentas de trabalho, melhores métodos e técnicas diversificadas de resolução de situações-problemas, espera-se que o aluno perceba que o conhecimento, além de ser uma construção historicamente determinada, está ao alcance para qualquer cidadão e, por isso, deve ser apreendido, entendido para que se possa usufruir dele. Assim, segundo Delizoicov e Angotti (1992), pode-se evitar a excessiva dicotomização entre processo e produto, Física de quadro negro e Física de vida.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foi decidido desenvolver uma sequência didática, como produto, com o propósito de nortear as atividades em sala de aula que foram utilizadas para ensinar episódios da ciência e discutir a natureza do conhecimento científico construído.

Com isso, para elaborar esse material buscou-se na dinâmica didático-pedagógica dos três momentos pedagógicos de Delizoicov (1982. P. 227) o norte teórico metodológico. Sobre essa estratégia pode-se tomar como exemplo o trabalho de Arthury e Terrazzan (2016) em seu artigo “*A natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a Gravitação*” em que utilizaram a Gravitação para desenvolver um material didático para estudar aspectos da natureza da ciência através do uso de textos e apresentação de termos específicos da epistemologia da ciência. Segundo o autor os alunos foram bastante receptivos em relação à proposta como um todo, ficando a maior parte do tempo curiosos e participativos. Segundo Arthury e Terrazzan,

a história da ciência pode propiciar uma abordagem de grande valia em relação a esta aceitação, enquanto que discussões devidamente instrumentalizada sobre a natureza da ciência podem enriquecer a visão do aluno sobre as características e o alcance desta, fugindo, ainda, dos discursos equivocados ou mesmo pseudocientíficos muitas vezes propalados na sociedade (ARTHURY; TERRAZZAN, 2016).

A ideia de construir uma dissertação caracterizada como qualitativa que é um tipo de pesquisa que visa abordar o mundo lá fora e entender, descrever, explicar os fenômenos sociais de dentro, surgiu com o intuito de discutir a natureza da ciência utilizando episódios da história da ciência. Com isso, tal ideia nasceu em virtude da grande dificuldade de adequar os conteúdos programáticos contidos nos livros didáticos ao processo de ensino.

Nem sempre era possível ensinar os conteúdos exigidos utilizando os textos científicos, porque não são fáceis de serem encontrados e nem sempre estão adequados ao nível de ensino. Por isso, o processo de ensino acontecia de maneira fragmentada, sem embasamento e descontextualizado. Conseqüentemente, a aprendizagem dos alunos ficava comprometida, sem conexão com a realidade, descontextualizada, pobre e vazia.

Portanto, partindo dessa assertiva, percebeu-se que era preciso fazer algo para mudar essa realidade. Por isso, foi decidido discutir a natureza da ciência utilizando os seus episódios onde os alunos aprenderam sobre a evolução do pensamento humano: dos mitos as concepções filosóficas, tendo como referencial epistemológico os pensadores Popper (2004), Kuhn (2006) e Feyerabend (1989). Assim, foi pesquisado artigos e livros sobre as características da ciência e sobre os

epistemólogos que se ocupam da natureza do conhecimento criado e produzido pelos cientistas. Além disso, pesquisou-se vários livros sobre astronomia e cosmologia, tais como: A Evolução das Ideias da Física de *Pires (2008)*, A dança do Universo de *Gleiser (2006)*, A Origem do Universo de *Silk (1984)*, A ciência através dos tempos de *Chassot (1995)*, Criação Imperfeita de *Gleiser (2010)*, Cosmos de *Sagan (2006)* e a Revolução Copernicana de *Kuhn (2002)*.

A partir desses estudos foi decidido escrever os textos de apoio para os professores, como material da sequência didática. Isso, porque, apesar de existir um vasto material sobre esses assuntos, eles são encontrados de forma fragmentada e nem sempre em um linguagem acessível aos estudantes e aos professores não familiarizados com o tema.

A escolha de escrever os textos de apoio para o professor decorre do fato de não ser fácil encontrar livros de apoio sobre a história e a natureza da ciência para professores em sua prática de ensino, visto sua importância como material de pesquisa e consulta. Isso nos motivou a planejar e construir as atividades e os textos de apoio à prática de ensino para serem utilizados durante as aulas. Sobre essa escolha foi tomado como exemplo o trabalho de De Matos e Massoni (2016) que no artigo “*Textos de apoio ao professor de Física*” apresentam uma “*proposta didática*” para apresentar conceitos em relação aos movimentos dos corpos no ensino fundamental através de um aporte histórico e epistemológico.

Com isso, eles estiveram movidos por alcançar uma melhoria da qualidade de ensino e promover um ensino mais voltado à formação para a cidadania e à reflexão crítica e aproximar o ensino escolar de alguns conceitos da Física Moderna e Contemporâneo, mas com significado positivo e transformador para os estudantes.

A seguir, será apresentado a forma que os trabalhos foram desenvolvidos. No próximo capítulo foi apresentado uma pequena discussão sobre a utilização da história e natureza da ciência no ensino de física. Em seguida será exposto o referencial metodológico do trabalho e os procedimentos metodológicos adotados, onde será apresentado o produto educacional produzido que é a sequência didática. Por fim, os resultados das aulas propostas na sequência didática.

4.1 A descrição do produto

Qual o motivo norteador em estudar a história dos mitos cosmogônicos às concepções filosóficas? Qual o “por quê” em saber sobre o que aconteceu há um tempo tão remoto? Ou mais, qual o propósito de propor a inserção da natureza da ciência e da história da ciência no ensino médio? Então, a proposta dessa sequência didática é refletir sobre a natureza da ciência, a inserção de episódios da história da ciência nas aulas de física, discutir as concepções científicas e proporcionar

ao aluno uma visão mais realista da atividade científica de forma crítica, reflexiva e construtiva. Com isso, a proposta desta sequência nas aulas de física não pode ser justificada com argumentos utilitaristas como, por exemplo, a utilização prática no dia a dia, ou como forma de preparar os educandos para o mercado de trabalho.

Com certeza, a astronomia e a cosmologia são temas que contribuem para inserção da física moderna e contemporânea nas aulas de física e pode ser intrigante e fascinante, permitindo calorosas reflexões e discussões a respeito da natureza da ciência contemplando os episódios da sua história. Elas afloram em nossas mentes os mais profundos sentimentos forçando-nos examinar nossas crenças mais remotas e modernas.

Por isso, o seu papel é propiciar aos alunos o contato com a visão de mundo científico, que envolve conhecer um conjunto de descrições e explicações a respeito do universo e de sua posição do homem nesse contexto.

4.2 Apresentação

Esta sequência didática teve por finalidade ser uma abordagem de apoio para introduzir o estudo da natureza da ciência utilizando os episódios da história da ciência no Ensino Médio de forma a instigar os estudantes a pensarem e refletirem sobre a atividade científica e função da ciência buscando conceitos padronizados sobre a natureza do conhecimento produzido pelos cientistas. Contudo, permite sensibilizar de maneira preliminar em alguns conceitos de astronomia e cosmologia que os estudantes apreciam.

Portanto, são várias as expectativas aguçadas em nossa mente: alcançar uma melhoria da qualidade do processo de ensino e aprendizagem, atendendo de forma clara as propostas presentes em PCNs, PCN+ (BRASIL, 2002), Diretrizes Curriculares Gerais para a Educação Básica, ofertar um ensino voltado à formação para o cidadão através de uma reflexão crítica e reflexiva e levar ao encontro o ensino escolar de alguns conceitos de astronomia e cosmologia, de maneira, evidentemente qualitativa, mas com grande importância e significado para os estudantes.

Os meios e recursos pensados e apresentados foram testados e aplicados no 2º ano do Ensino Médio para 40 alunos na Escola Estadual Deputado Domingos de Figueiredo, Varginha, Minas Gerais, durante os anos de 2018 e 2019, em formato de uma sequência didática e atividades em sala e fora dela.

Os textos de apoio utilizados têm uma linguagem acessível e abordam conceitos diversificados e abrangentes e inclusivos, além da apresentação da sequência em três momentos, que nos serve de referencial metodológico.

A Sequência Didática está dividida da seguinte forma:

1) As duas primeiras aulas trataram do primeiro momento pedagógico, a problematização inicial, onde conheceram as concepções prévias dos estudantes sobre a atividade científica, suas características e foi feita algumas considerações sobre a natureza do trabalho científico à luz do pensamento de Kuhn (2006) com os seus paradigmas, Popper (2004) a demarcação de ciência e não ciência e a pluralidade de métodos de Feyerabend (1989).

O propósito foi permitir que essas concepções prévias aparecessem e permitissem que o aluno sentisse a necessidade de adquirir outros conhecimentos que ainda não detinham: ou seja, colocar para ele um problema a ser resolvido, no caso específico dessa dissertação, a compreensão da evolução do pensamento científico sobre a cosmologia, discutindo a natureza desse conhecimento.

2) Para o segundo momento pedagógico, organização do conhecimento, foram planejadas quatro aulas – Mitos, Geocentrismo, Heliocentrismo e Big Bang. Foram aulas para trabalhar as concepções científicas sobre os modelos de Universo de maneira qualitativa e introdutória e, ao mesmo tempo, histórica e epistemológica.

Para desenvolver esta sequência didática e a dinâmica de nossas aula, foram selecionados e criados textos-resumos e materiais que correspondessem ao nível de compreensão e entendimento da faixa etária dos estudantes contemplados. O objetivo aqui foi, sob orientação do professor, adquirir os conhecimentos necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial.

3) Para o terceiro momento pedagógico, o objetivo a realização de diversas atividades como apresentação de seminários sobre diversos episódios da ciência como experimento sobre como Erastóstenes mediu o raio da Terra, o modelo de duas esferas aristotélico-ptolomaico, sobre Galileu Galilei, sistema solar e o modelo do Big Bang.

4.3 Primeiro momento pedagógico: problematização inicial.

| |
|--|
| Aula 1 - Introdução à Natureza da Ciência |
|--|

| |
|----------------------|
| Plano de aula |
|----------------------|

| |
|----------------------------------|
| Tema: Natureza da Ciência |
|----------------------------------|

| |
|--------------------------------|
| Tempo previsto: 1h40min |
|--------------------------------|

Tema: Introdução à natureza da ciência

Objetivos da aula: Os alunos deverão:

- Responder ao questionário sobre a natureza da ciência;
- Assistir ao vídeo/entrevista;

- Propor a produção de um vídeo/entrevista aos estudantes para sondar suas concepções científicas;
- Pensar criticamente sobre algumas questões relacionadas com a natureza da ciência.

Conteúdo Físico: O que é ciência?

Recursos Instrucionais: Os recursos são:

- Datashow e notebook;
- Questionários;
- Lousa;
- Textos;
- Vídeo, etc.

Motivação:

- Para introduzir a aula, o professor fez questionamentos sobre o conceito de ciência, seus critérios de validade e confiabilidade, os métodos utilizados, seu papel na sociedade e se ela é a única forma de conhecimento confiável.

Dinâmica da aula:

- Responder ao questionário;
- Assistir ao vídeo sobre a natureza da ciência;
- Atividade extraclasse para produzir um vídeo/entrevista sobre a natureza da ciência.

Atividade 1: Aplicação do questionário e discussão, numa roda de conversa, sobre a natureza da ciência.

Inicialmente, o professor fez um breve comentário sobre a atividade científica desenvolvida pela ciência no ramo da ciência. Aqui, o propósito deste momento foi introduzir algumas premissas científicas com o objetivo de estimular os alunos a responderem os questionários sobre a natureza da ciência. Assim, na sequência foi aplicado um questionário individual sobre a natureza da ciência com o propósito de sondar as concepções prévias dos estudantes sobre a atividade científica.

O professor no momento da entrega dos questionários (VIDE APÊNDICE A) deixou os alunos cientes do propósito da atividade e pediu que fossem imparciais quanto a individualidade de suas respostas e que elas deveriam refletir suas concepções, sem influências externas.

Atividade 2: Vídeo/entrevista sobre a natureza da ciência e leitura do texto de apoio.

A ideia de assistir ao vídeo¹ foi mostrar aos alunos como pensavam outros estudantes sobre a atividade científica, suas características, o contexto da descoberta, a natureza do conhecimento criado, como a ciência evolui, os critérios de validade, sua relação com o meio social, político e econômico.

Por isso, a aula foi iniciada com a apresentação desse vídeo com duração de 25 minutos utilizado no curso de Pedagogia, sobre “*Fundamentos Teóricos, Metodológicos e prática escolar em ciência da Universidade Federal de Juiz de Fora dirigida pela professora Dra. Luciana Massi que discutirá “O que é ciência.”* Essa discussão sobre a natureza da ciência foi baseada em Pèrez (2001) “Para uma imagem não deformada do trabalho científico”. Nesse artigo ele discute as sete visões distorcidas do que seja a ciência.

Neste vídeo foi apresentado uma entrevista com alunos da Universidade Federal de Juiz de Fora sobre a natureza da ciência e da atividade científica.

Depois, na sequência, os alunos leram um texto sobre “Reflexões sobre a natureza da ciência”. Dando sequência na aula, eles reuniram, numa roda de conversa, para discutir sobre o vídeo/entrevista e os textos lidos (Textos no APÊNDICE B).

Atividade 3 - Responder ao questionário sobre a história e a natureza da ciência.

O propósito dessa atividade foi realizar uma sondagem sobre as concepções prévias dos alunos para que o professor possa nortear as aula durante a pesquisa. Para isso, a ideia foi agilizar os procedimentos entregando os questionários para a turma. Para depois discutirem, em sala de aula suas respostas.

O questionário com os questionamentos foi respondido por cada estudantes sem a intervenção de seus colegas e também do professor (VIDE APÊNDICE C). Para que nada influenciassem de forma negativa e proposital na pesquisa.

Aula 2 - Concepções Epistemológicas sobre a Natureza da Ciência.

Plano de aula

Tema: Epistemologia da Ciência

Duração da aula: 1h40 min

Tema: Epistemologia da ciência.

¹ Massi, Luciana. O que é Ciência? Uab Pedagogia – UFJF – Fundamentos Teóricos, Metodológicos e Prática Escolar em Ciências. Duração: 25min 48 s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZYz0O8gFbyQ&t=38s>.

Objetivo:

- Conhecer as visões da ciência e sobre ciência de Thomas Kuhn, Karl Popper e Paul Feyerabend.
- Discutir sobre o ensino de ciência na escola.
- Debater a natureza da ciência conforme visões da Filosofia da Ciência.

Conteúdo Físico:

- Visões da epistemologia da ciência de Kuhn, Popper e Feyerabend.

Recursos Instrucionais:

- Slides, giz e lousa, vídeo-documentário, texto-base para o professor.

Motivação:

- Apresentar aos alunos elementos que permitirão pensar o desenvolvimento da ciência de uma forma diferente que geralmente é apresentada. Mostrando diferentes concepções e visões, provocando uma reflexão sobre a atividade científica e sua realidade, situando-os temporal e espacialmente nesse universo fascinante.

Dinâmica da aula:

- Assistir ao vídeo sobre os filósofos da ciência;
- Leitura do texto sobre Popper, Kuhn e Feyerabend;
- Discussão sobre os textos lidos;

Atividade 1: Reflexões e discussões sobre visões científicas aos olhos da Filosofia da Ciência (Epistemologia).

Neste momento, os alunos deverão assistir três vídeos sobre a filosofia da ciência onde foram comentados as visões de Kuhn (2002), Popper(2004) e Feyerabend (1989) sobre a atividade científica e o que é ciência - Os vídeos foram publicados por Eliane Sieiro.

Primeiramente foi comentado sobre Kuhn² com os seus paradigmas começando pelo período da não ciência, ciência normal, quebra-cabeças, anomalias e as revoluções científicas. Depois, foi apresentado o vídeo sobre Popper³ com o seu falsificacionismo, conjecturas e a demarcação de

² Sieiro, Eliane. Thomas Kuhn – História da Ciência. Duração: 8min 59s. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ea10eqUySfE&feature=share> >

³ Sieiro, Eliane. Karl Popper – História da Ciência. Duração: 8min33 s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BqHPt3XD7e4>>

ciência e não - ciência. Finalizando, fez-se comentários sobre Feyerabend⁴ propondo um anarquismo metodológico concebendo “vale tudo” e uma multiplicidade metodológica. Depois, receberam um texto sobre as concepções defendidas pelos autores citados para esclarecimentos, tirar dúvidas e discussões.

A ideia desta atividade foi reunir os estudantes em grupos de cinco elementos para ler os textos sobre os epistemólogos, para, em seguida, reunir em um grande grupo para discutir, numa roda de conversa, as principais ideias defendidas e propostas por eles sobre a atividade científica (VIDE APÊNDICE D).

Atividade 2: Comentários, críticas e autocríticas, numa roda de conversa sobre as visões epistemológicas.

A ideia deste momento foi estudar e discutir as concepções filosóficas sobre a natureza da ciência de Popper, Kuhn e Feyerabend. Para isso, as equipes reuniram-se para ler os textos. Depois, numa roda de conversa, discutiram e analisaram as visões defendidas pelos epistemólogos.

Finalizando as discussões, eles analisaram os argumentos utilizados pelos membros das equipes para responder as questões propostas para, finalmente, entrar num consenso sobre as controvérsias encontradas sobre a atividade científicas quanto a natureza da ciência.

Questões propostas para a roda de conversa.

- a) Quais são os critérios de ciência para Popper?
- b) Quando uma teoria poderá ser falsificada?
- c) Quais são as etapas da atividade científica segundo Thomas Kuhn?
- d) Quais são as características do período da não ciência? E da ciência normal?
- e) Quando ocorrerá a revolução científica?
- f) Quais são as principais características das concepções de Feyerabend?

4.4 Segundo momento pedagógico: Organização do Conhecimento.

Aula 3 – Origem e Evolução do Pensamento Humano.

Plano de aula

Tema: Mitos

Duração da aula: 1h40min

⁴ Sieiro, Eliane. Paul Feyerabend – História da Ciência. Duração: 4 min 55 s. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=LHihMWS4I2k&feature=share>>

Tema: Origens e evolução do pensamento científico humano

Objetivo: Os alunos deverão:

- conhecer as concepções humanas sobre a origem do cosmos;
- saber como os seres humanos primitivos interpretavam os fenômenos em sua volta;
- saber o papel do mito nas primeiras comunidades antigas;
- conhecer os modelos de mundos antigos.

Conteúdo Físico:

- Modelos de universos antigos.

Recursos Instrucionais: Serão usados na aula:

- slides, giz e lousa, vídeo-documentário e texto base para o professor.

Motivação:

- Apresentar aos alunos elementos que permitirão pensar o mundo em que vivem de forma diferente da atual, diferentes concepções e visões, inserindo-os em uma reflexão sobre a atividade científica e sua realidade, situando-os temporal e espacialmente nesse universo fascinante.

Dinâmica da aula:

- Assistir ao vídeo sobre mitos de criação;
- Ler os textos sobre os mitos;
- Atividades em sala.

Atividade 1: Assistir ao documentário sobre as origens do pensamento mítico, sobre evolução do pensamento humano e ler os textos sobre os mitos cosmogônicos.

O propósito desta aula foi assistir o vídeo⁵, apresentado por Fábio Dias, sobre a cosmogonia onde comentará sobre os mitos de criação dos povos antigos.

O objetivo foi compreender o poder das histórias e lendas na criação de histórias sobre a criação do mundo, saber como surgiram e quais foram suas utilidades.

Na sequência os estudantes realizaram a leitura dos textos para depois se reunir numa roda de conversa para discutir, tecer comentários sobre o vídeo, a leitura dos textos (VIDE APÊNDICE E) e responder os questionamentos propostos para o debate final.

⁵ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=vVjL9GyHErQ>. Origem dos Mitos. Duração de 10min30s

Atividade 2: Questões para debater e responder.

O propósito deste momento foi estimular um debate entre os alunos onde procura-se levá-los a perceber as diferentes formas antigas do pensamento humano. Com isto, espera-se que eles percebam que o conhecimento construído está intrinsecamente ligado às ferramentas que se têm em mãos naquele momento, à cultura e à questões sociais, políticas e culturais. Para dar corpo e eficiência às conversas e promover um diálogo dirigido, iremos propor algumas questões para serem discutidas, refletidas e respondidas.

Questões propostas para nortear as discussões

- 1) Como os mitos ajudaram aos homens a construir as civilizações e suas religiões?
- 2) Há semelhança entre as narrativas sobre a criação do mundo em diferentes culturas? Quais?
- 3) Os mitos são narrativas verdadeiras?
- 4) Qual é a relação entre mito e filosofia.

AULA 4 - O Universo de Duas Esferas Aristotélico-Ptolomaico

Plano de aula

Tema: O universo de duas esferas aristotélico-ptolomaico.

Duração da aula: 1h40min

Objetivo: Pretende-se neste aula,

- Apresentar aos estudantes a evolução dos modelos de universo desde das antigas comunidades até o universo aristotélico-ptolomaico;
- Explicar as características principais entre os universos de duas esferas de Aristóteles e Ptolomeu;
- Entender “o por quê” da aceitação do modelo de universo aristotélico-ptolomaico por milhares de anos;

Conteúdo Físico:

- Modelos de universos antigos até as duas esferas aristotélica ptolomaica.

Recursos Instrucionais: Os recursos utilizados são:

- Slides, giz e lousa, vídeo-documentário, texto-base para o professor.

Motivação:

- Para introduzir o assunto o professor fará breve comentário sobre as concepções cosmológicas desde os mitos até as concepções filosóficas pré e pós socráticas. Com isso, espera-se que os

alunos conheçam a evolução do pensamento humano e entendam “o por quê” da mudança da forma de pensamento através dos tempos.

Dinâmica da aula:

- Assistir o Documentário; ler o texto; Atividades em sala.

Atividade 1: Assistir o documentário sobre a evolução das ideias da física e ler o texto “*O universo de duas esferas*”, sobre “*O nascimento do universo de duas esferas aristotélico-ptolomaico*”.

A ideia deste primeiro momento foi apresentar o documentário⁶, *Grandes Pensadores*, no caso Aristóteles, sobre a evolução das ideias da física onde foram mostrados os episódios da história da ciência, precisamente, “a evolução dos modelos filosóficos antigos” para saber um pouco mais como entendiam e viam o mundo em suas épocas como suas culturas, suas concepções de universo e como esses modelos vieram evoluindo até chegar o modelo de universo de duas esferas aristotélico-ptolomaico.

Na sequência, os estudantes receberam um texto sobre “*O nascimento do universo de duas esferas aristotélico-ptolomaico*” para leitura e discutir, numa roda de conversa, suas principais características (Textos no APÊNDICE F).

Atividade 2: Questões para debater e responder.

O propósito deste momento foi estimular um debate entre os alunos onde procurava-se levá-los a perceber como ocorre a evolução do conhecimento, como ele foi e é construído e a constante mudança de paradigmas causados pelas revoluções científicas. Com isto, esperava-se que eles percebessem e entendessem que o conhecimento construído está intrinsecamente ligado às ferramentas que se têm em mãos como a geometria, novos conhecimento, observações e fatos ocorridos. Para dar corpo e eficiência às conversas e promover um diálogo dirigido, propusemos algumas questões para serem discutidas e refletidas.

Questões propostas para nortear as discussões

- 1) De onde Aristóteles tirou informações para construir o seu modelo de universo?
- 2) Entre vários modelos, por quê logo o de Aristóteles foi o mais aceito?
- 3) Quais são as deficiências do modelo de Aristóteles em relação ao movimento dos planetas?
- 4) Quais foram os motivos que levaram a modificações no modelo aristotélico?

⁶ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=kkHJce9-oLE> . *Grandes Pensadores: Aristóteles*. Duração: 6min 18s

AULA 5 - Revolução Copernicana

Plano de aula

Duração da aula: 1h40min

Tema: Revolução Copernicana

Objetivo: Os objetivos da aula foram:

- Saber quais são as características principais do heliocentrismo;
- Entender como ocorreu a substituição do modelo geocêntrico pelo heliocêntrico;
- Saber quais foram as consequências imediatas da troca entre os dois modelos de universo;
- Os argumentos defendidos por Nicolau Copérnico para realizar a troca dos modelos;
- Saber as visões da filosofia da ciência sobre a “Revolução Copernicana”.

Conteúdo Físico:

- Heliocentrismo de Nicolau Copérnico.

Recursos Instrucionais: Os recursos instrucionais utilizados são:

- Slides, giz e lousa, vídeo-documentário, texto-base para o professor.

Motivação:

- Para introduzir a aula e prender a atenção dos alunos foi proposto a eles assistir um vídeo-documentário sobre Copérnico.

Dinâmica da aula:

- Documentário sobre a revolução copernicana;
- Leitura sobre Nicolau Copérnico;
- Leitura sobre o universo infinito de Giordano Bruno;
- Debate sobre o universo de Giordano Bruno;
- Questionamentos sobre os textos lidos.

Atividade 1: Revolução Copernicana: Geocentrismo X Heliocentrismo e discussões.

Neste primeiro momento os alunos assistiram ao documentário⁷ sobre Nicolau Copérnico e o heliocentrismo, o qual se tratou dos estudos realizados por Nicolau Copérnico sobre a substituição do antigo modelo geocêntrico defendido por Aristóteles e Claudio Ptolomeu.

⁷ Jorg Richter, Great Moments in Science and Technology, legendado por @bobdirlei, sobre Nicolau Copernico e o heliocentrismo com duração de 14min 31s, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=k3aRdw0YG0k&t=637s+%3E>

Também, foi apresentado aos alunos outro documentário⁸ sobre o ABC da astronomia onde se trata da evolução do pensamento humano referente a sua visão de mundo.

Foi mostrado as condições em que se dá a passagem da teoria geocêntrica para a teoria heliocêntrica. Além, de apresentar alguns motivos aparentes para que isso acontecesse e a importância dessa mudança de paradigma na época.

Além do documentário há também textos de apoio (VIDE APÊNDICE G).

Atividade 2: Leitura sobre Copérnico e Giordano Bruno

O propósito deste momento foi criado para que os alunos se reunissem em grupos para realizar uma leitura sobre Copérnico, Giordano Bruno para, com isso, entender como a ciência foi criada e evoluiu. Para isso, foram dispostos dois textos: um sobre Nicolau Copérnico e outro sobre Giordano Bruno.

Na sequência foram propostas algumas questões para que os estudantes pudessem ler, discutir, pensar e refletir.

Questões para debater e responder.

- 1) Qual foi a principal atitude de Nicolau Copérnico para a mudança do Sistema Geocêntrico para o Sistema Heliocêntrico? E quais foram as consequências imediatas dessa atitude?
- 2) Quais são as questões que o modelo de Copérnico não conseguia responder?
- 3) Quais foram os motivos que levaram à morte Giordano Bruno?
- 4) Como era o modelo de universo aceito nessa época, século XVII?

Aula 6 – Cosmologia do Século XX

Plano de aula

Duração da aula: 1h40min

Tema: Cosmologia do século XX

Objetivo: Queremos que alunos:

- Percebessem que o conhecimento científico é consequência do trabalho de vários cientistas;
- Entendessem que existem várias visões e concepções sobre a natureza da ciência.

Conteúdo Físico: O conteúdo que usaremos é a:

⁸ ABC da astronomia – Heliocentrismo. Com duração de 4min 28s. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=z8ZzCS_tUuc >

- A teoria do Big Bang.

Recursos Instrucionais: Para isso usaremos:

- Documentário;
- Textos;
- Vídeos;
- Lousa;
- Pincéis e Slides.

Motivação:

- Para que os alunos se interessem pelo tema, o professor apresentou o documentário sobre a evolução do Big Bang mostrando lhes as visões de mundo de diversos povos ao passar dos tempos, em diferentes comunidades, mostrando a retrospectiva dos modelos de universos antigos e os filosóficos e como surgiu a ideia do Big Bang.

Dinâmica da aula: Segue-se a sequência a seguir:

- Assistir ao documentário sobre a história do universo;
- Leitura de textos sobre essas teorias sobre o universo;
- Questionamentos e discussões sobre a teoria do Big Bang.

Atividade 1:

A ideia dessa atividade foi para que os estudantes assistissem uma entrevista⁹ com o professor Gastão da USP sobre a história do Big Bang¹⁰, o vídeo realizado pelo ABC da Astronomia sobre a história da astronomia. Na sequência, os alunos leram um texto sobre a cosmologia desenvolvida no século XX e refletiram sobre o modelos do Big Bang.

Para dar sequência nas atividades os alunos foram questionados: Quais argumentos utilizados para provar que o universo está em expansão?; quem descobriu que o universo estava em expansão? e como sabemos que o universo está se expandindo? Foram propostos alguns questionamento para os alunos depois da leitura dos textos. Eles se reuniram, numa roda de conversa, para discutir e debater as ideias contidas nos textos (VIDE APÊNDICE H).

Atividade 2: Discussão sobre os modelos modernos de universo:

⁹ Esta entrevista está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7J2plggQNK0&t=746s> , duração do vídeo é de 22min 22s.

¹⁰ ABC da astronomia. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=R2dGZ_qnC2c >.

Nesta atividade os estudantes leram o texto onde foram feitos comentários sobre alguns dos principais personagens envolvidos na história da cosmologia no século XX e sobre as observações astronômicas que foram interpretadas como indícios de que o universo está em expansão. Aqui os estudantes se reuniram num grande grupo para discutir e debater as ideias defendidas pelos adeptos do modelo do Big Bang. Para isso, foram propostos alguns questionamentos a eles.

Questões para serem apreciadas e discutidas:

- 1) Quais são as hipóteses defendidas pelos avalistas da Teoria do Big Bang para torná-la aceita?
- 2) O universo teve um começo ou sempre existiu?
- 3) Por quê, na atualidade, preferem teoria?
- 3) Como os cientista sabem a idade do universo?
- 4) O Universo está em expansão? Justifique sua resposta

4.5 Terceiro momento pedagógico: Aplicação do Conhecimento.

Nesse momento foram propostos várias atividades práticas sobre cada uma das aulas do segundo momento pedagógico.

Foram propostas atividades para analisar e interpretar tanto a situações iniciais que determinam o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento.

A proposta esteve baseada no fato que o aluno deve participar das aulas e aprender ativamente. Por isso, foram propostas tarefas a serem resolvidas em pequenos grupos (três ou quatro alunos; mínimo dois) e cujos resultados foram apresentados para toda a turma com intervenções, orientações e críticas do professor, que revisa e faz comentários sobre os trabalhos e as apresentações.

Nesse momento foi sugerido que o docente atribua uma nota ou conceito que será computado para fins de avaliação formativa.

Atividade extraclasse 1 – Seminários.

As equipes escolheram um mito criado das comunidades antigas, pesquisaram sobre ele e apresentaram para os seus colegas num seminário.

Esta atividade teve como propósito motivar os alunos a pesquisar assuntos e fatos sobre a história da ciência, entender como as comunidades antigas percebiam o mundo e inventavam suas cosmogonias, como respondiam suas indagações e entendiam o mundo em sua volta.

Atividade extraclasse 2 – Representação de experimento histórico.

A proposta da atividade foi pedir para os estudantes representar e reproduzir o esquema utilizado por Erastóstenes para medir o diâmetro da Terra.

A ideia desta atividade foi para que os alunos pudessem entender como o universo que conhecemos, hoje, veio evoluindo. E como Erastóstenes, naquele tempo, conseguiu pensar numa forma de entender como é a aparência da Terra usando apenas a visão, a luz solar, algumas varetas e um pouco de geometria.

Atividade extraclasse 3- Seminários

Uma equipe, escolhida aleatoriamente, montou o seminário sobre o modelo de universo de duas esferas aristotélico-ptolomaico. Para isso, a equipe usou textos propostos no livro de apoio e fizeram pesquisas na internet buscando vídeos e documentários.

O propósito desta atividade extraclasse foi fazer com que os alunos utilizem diversas fontes de pesquisa para encontrar as informações necessárias.

Atividade extraclasse: Representar o sistema solar numa maquete aplicando as leis de Kepler¹¹ e Newton.

A proposta da atividade foi para um grupo montar o sistema solar colocando os planeta na ordem correta, com seus tamanhos, distâncias proporcionais e mostrar que as leis de Newton¹² e Kepler¹³ são úteis para calcular os períodos, as velocidades, o comprimento das órbitas, a gravidade, entre outros fenômenos.

Para realizar a atividade um vídeo-aula foi apresentado onde poderá saber um pouco mais sobre a história da cosmologia e as leis de Kepler e Newton.

Esse vídeo foi apresentado por “*Ginga Videoaulas*”.

Atividade extraclasse 5: Montar um seminário sobre Galileu Galilei.

Uma equipe deveria montar um seminário sobre Galileu, comentar sobre suas descobertas, mostrar como essas descobertas ajudaram a derrubar as concepções aristotélicas-ptolomaicas com seu modelo geocêntrico fortalecendo o modelo heliocentrico causando a revolução científica.

¹¹Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=k0VmgQZ4sdk>. Modelos cosmológicos e as leis de Kepler. Duração de 10 minutos.

¹²Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BYbSIPtNzSQ>. Leis de Newton. Duração de 12 minutos.

¹³Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=VJ_XspgMnkE. Leis de Kepler. Duração de 10 minutos.

Atividade extraclasse 6: Montar um seminário sobre a teoria do Big Bang.

A proposta desta atividade foi utilizar os conhecimentos adquiridos durante as aulas para que os alunos tivessem oportunidade de mostrar tudo que aprenderam e consolidar o conhecimento apreendidos.

Para isso, os estudantes deveriam montar um seminário sobre a evolução do universo, mostrar que o modelo do Big Bang é o melhor modelo que temos atualmente e porque o modelo do Estado Estacionário não conseguiu convencer a comunidade científica que era o melhor modelo de universo.

5 RESULTADOS

A proposta deste trabalho foi mostrar aos estudantes que estão cursando o ensino médio que a Física não é somente estudo de fórmulas, regras, teorias e leis. Em cada tema contemplado, discutido e ensinado nas aulas tem uma história, uma natureza e um longo processo de pesquisa e que todo o conhecimento científico foi estudado, pesquisado, mensurado, questionado, discutido e muitas vezes, até abandonado ou refutado e a história da ciência é repleta de episódios sobre a construção humana do conhecimento desde as primeiras concepções nas comunidades antigas até nos dias atuais. Por isso, ao aplicar os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990), procurou-se passar para os alunos tal importância e as visões da Filosofia da Ciência diante do conhecimento construído e criado.

Contudo, percebeu-se a grande dificuldade dos alunos em entender o papel que a filosofia da ciência cumpre diante da construção do conhecimento científico devido a não inserção dessas discussões e reflexões em sala de aula.

Para isso, desde o início, a partir da primeira aula, buscou-se entender as concepções dos estudantes a fim de auxiliá-los na aquisição de novos conhecimentos. Então, foi feita uma sondagem de suas concepções prévias começando por responder um questionário sobre a natureza da ciência.

Logo na primeira aula percebeu-se que os alunos, em discussões e debates numa roda de conversa, já estavam começando a entender e até questionar os principais pontos básicos da natureza da ciência.

No entanto, alguns estudantes ainda não tinham a ideia do que era a ciência, suas características e como o cientista construiu e constrói o conhecimento. Ainda tinham alunos que pensavam que o conhecimento construído era inquestionável. Outros pensavam que não havia relação entre trabalho científico com as atividades realizadas pela comunidade e que o cientista descobria o conhecimento sozinho, sem auxílio e sem apoio. Mas, o interessante é que muitos dos alunos começaram a perceber, com as aulas, que o conhecimento científico era uma forma de interpretação passageira.

Durante as primeiras aulas os alunos assistiram vídeos e discutiram a natureza da ciência. Com isso, percebeu-se que eles, mesmo assim, ainda não compreenderam e entenderam muitos conceitos científicos que precisavam dominar. A grande maioria dos estudantes ainda detinham ideias ingênuas sobre trabalho do cientista: pensavam ainda na figura estranha, intocável e dogmático da pessoa do cientista, além de entender que o cientista tinha a última palavra nas decisões sobre a infalibilidade do conhecimento construído.

Muitos estudantes pensavam de maneira rotulada e preconceituosa sobre pessoa do cientista como sendo homem, infalível e branco. Grande parcela dos estudantes ainda pensavam que os cientistas trabalhavam isoladamente trancados e incomunicáveis. Para eles o conhecimento construído ainda era tido como um conhecimento que se desenvolve de forma linear e acumulativo - Forma de se pensar muito criticada por Popper, Kuhn e Feyerabend.

Os alunos entendiam que o conhecimento era algo que encontramos na natureza pronto e acabado e que bastava pesquisar, observar e fazer experiências para descobri-lo - Fruto do pensamento empírico indutivista, onde o contexto da descoberta dependia de uma mente pura, sem preconceitos e irrefutáveis.

Com isso, de posse dos primeiros resultados (Vide tabela 1, página 42) foi feita uma análise das respostas dos questionários aplicados no primeiro momento da pesquisa.



Figura 1: Vídeo/ entrevista sobre a natureza da ciência:
Alunos assistindo ao vídeo sobre a natureza da ciência.
Fonte: O autor.

De acordo com a tabela 1, pode-se perceber - “Todo conhecimento científico criado é provisório” - que 86% da turma concordaram com a afirmação. Poucos discordam, 11% e apenas 3% ficaram indecisos. Este resultado mostra que os alunos começaram a perceber as características da ciência.

Já na segunda afirmação - “Quando vários cientistas observam o mesmo fato ou fenômeno, devem chegar obrigatoriamente às mesmas conclusões” - a grande maioria da turma, 76 %, compartilhou a ideia da discordância da afirmação. Mas, mesmo assim, 22 %, concordaram com a afirmação. Apesar do número de alunos não ser a maioria, o resultado, expressivo da concordância

deixou claro que eles se esqueceram que o cientista é dotado de habilidades intrínsecas e extrínsecas a eles. A forma de perceber os fenômenos dependem de fatores culturais, pessoais, crenças, dogmáticas e sociais. Por isso, é plausível de conclusões diferentes para fatos ou fenômenos parecidos.

Resultado da primeira Unidade Temática - Questionário

| QUESTÕES | CONCORDO FORTEMENTE | CONCORDO | INDECISO | DISCORDO | DISCORDO FORTEMENTE |
|----------|---------------------|----------|----------|----------|---------------------|
| 1ª | 30% | 56% | 3% | 6% | 5% |
| 2ª | 4% | 18% | 2% | 36% | 40% |
| 3ª | 37% | 45% | 4% | 10% | 4% |
| 4ª | 18% | 30% | 45% | 7% | - |
| 5ª | 11% | 39% | - | 42% | 8% |
| 6ª | 17% | 14% | 28% | 32% | 9% |
| 7ª | 3% | 11% | 10% | 62% | 14% |
| 8ª | 6% | 11% | 24% | 44% | 16% |
| 9ª | 46% | 44% | 10% | - | - |
| 10ª | 17% | 53% | 10% | 18% | 2% |

Tabela 1. Tabela mostrando o resultado percentual sobre o questionário – Natureza da Ciência

Fonte: O autor.

Quando, ao afirmar aos estudantes que “Todas as leis da Ciência nascem a partir de inúmeras observações e muitas anotações de dados”, percebeu-se mais de 82 % de concordância, uma visão empírico indutivista (Conhecimento criado através de inúmeras observações e experimentações). Então, como fazer experimentos para provar a validade dessas teorias? Aí entra um pouco de fé e do poder criativo do pesquisador.

Portanto, poucos, apenas 14 %, discordaram da afirmação acima. Isto, mostrou-se que é preciso se preocupar com a forma que se ensina ciências para os alunos. Por isso, deve-se apresentar o conhecimento usando informações embasadas cientificamente usando ferramentas adequadas. Isto, a maioria dos estudantes percebeu.

Na afirmação “Todo conhecimento científico resulta da aplicação sistemática de um método científico” percebeu-se que apenas 38% dos alunos compartilham da concordância desta. Outros 41% ficaram indecisos, o restante não concordaram. Então, é aplausível entender que os alunos tiveram dificuldades para opinarem nesta 4ª afirmação. Assim, pode-se observar que quase

50% dos alunos foram concordantes. Mas, ao mesmo tempo, quase o mesmo valor discordaram. Percebe-se que ainda existe aquela ideia entre muitos estudantes de uma concepção de senso comum da ciência amplamente aceita por eles que conhecimento científico é conhecimento provado.



Figura 2: Alunos respondendo os questionários sobre a natureza da ciência.
Fonte: O autor.

Durante a pesquisa percebeu-se que os alunos ao responder as questões propostas no questionário (Figura 2) ainda tinham concepções empiristas em relação à atividade científica. Isto pode verificar na afirmação “Ao fazer experimento, o cientista deve observar o fenômeno como ele é de fato, sem elaborar nem levar em conta suas concepções ou intuições prévias”. Aqui percebeu-se que eles ainda têm muitas dúvidas.

Houve uma igualdade técnica entre concordância, indecisão e discordância: 31 % índice de concordância, 28% índice de indecisão e 41% índice de discordância. Assim, mais de 70 % o índice de discordância. Aqui fica claro que os estudantes não entenderam realmente o papel da atividade científica. Houve falta de consenso até mesmo entre os cientistas - Por isso, é preciso que os professores e profissionais da educação repensem sua forma de ensinar e fazer ciência.

Apesar dos estudantes não ter em aulas específicas sobre os métodos de pesquisas, quando fizemos a afirmação se “Existe apenas um método científico, geral e universal, para produzir o conhecimento científico” pode verificar que 76% dos estudantes discordaram da afirmação. Pouco mais de 14% concordaram.

Os resultados deixaram confortantes em relação as características da ciência. Haja vista a grande dificuldade que os estudantes têm hoje para se interessarem pela atividade científica e pelas aulas de ciência. Assim, o professor poderá, na sala de aula, explorar os dotes cognitivos dos alunos para pesquisar a natureza da ciência através do estudos dos seus episódios focando uma

multiplicidade de métodos. Mas, como foi dito acima, não há uma visão rígida de se construir o conhecimento científico. Há uma pluralidade de métodos conforme defende Feyerabend.

Quando afirmou-se que “As explicações científicas são definitivas, verdadeiras e imutáveis” observou-se que quase 60% dos estudantes não concordaram com a afirmação. Poucos, 17 %, concordaram e uma percentagem considerável ficaram indecisos, 24%. Concluiu-se que os estudantes de hoje tem alguma informação, eles sabem da mutabilidades das informações e não aceitaram a ideia rígida das coisas. Para eles a transformação e substituição de tudo são possíveis. Vivem a era digital e a revolução faz parte de sua forma de pensar.

Também, como sabe-se, as explicações dos fenômenos naturais dadas pelos cientistas vêm embasadas e carregadas em informações que refletem os valores sociais, culturais e políticos do paradigma vigente. Com isso, influencia a forma pessoal que o cientista vê e percebe o mundo em sua volta. Por isso, é certo que o conhecimento construído está sujeito a mudanças, sofre adaptações, têm anomalias, sofre rupturas e são falsificáveis.

Contudo, as explicações científicas refletem os valores da época, a forma que veem o mundo em sua volta, dependem das ferramentas e tecnologias da época e conseqüentemente se transforma, são mutáveis e nem sempre são corroboradas. A maioria dos alunos, apesar de não ter aulas específicas sobre as características da ciência, ao afirmar que “Pode-se dizer que a ciência é uma construção humana e, por esta razão, pode conter erros, imprevisões que com o passar do tempo podem ser corrigidas e aperfeiçoadas”, 90% dos estudantes ficaram de acordo.

Poucos, 10%, ficaram indecisos. Isto foi mostrado que a grande maioria dos estudantes já tem uma concepção preliminar da atividade científica. Eles sabem que ela depende, além de muito trabalho e dedicação do cientista, de sua imaginação e de um pouco de fé. Com isso, fica evidente que os alunos têm a concepção que a ciência é contextualização, problemática e histórica e sofre influência do meio social, político e cultural do meio. Haja vista ser ela uma construção totalmente humana.

Também, pode-se dizer que a ciência propõe responder questões propostas pela sociedade visando seus interesses. Na afirmação “No processo da ciência, alguns ingredientes como criatividade, imaginação, intuição também são importantes”, pode-se observar que quase 70% dos estudantes concordaram com o questionamento. Outros, 20%, discordaram e 10% ficaram indecisos. A resposta refletiu a forma que todos esperavam que as aulas acontecesse. A clientela escolar, formada por alunos da classe trabalhadora, em sua maioria, querem aulas mais dinâmicas, diversificadas, significativas e com aplicações práticas. A pequena minoria discordante e indecisa

mostrou-se que ainda será preciso adequar o planejamento para que todos fossem contemplados com o método de ensino proposto.

Após assistirem ao vídeo entrevista e ler o texto, "Reflexões sobre a natureza da ciência" realizou-se um debate com os alunos que responderam algumas perguntas sobre a atividade científica e alguns episódios da história da ciência. Questionados sobre "Como você imagina o cientista?", percebeu-se nas respostas que a maioria da turma imaginava o cientista alguém branco, retraído, não muito atraente, de jaleco branco, de olhar introspectivo, com poucas palavras, roupas velhas, centrado e longe da convivência social. Outros, ainda, achavam que os cientista são homens de óculos grossos, tubo de ensaio nas mãos e de difícil contato.

Tudo isso, devido ao grande tempo que eles necessitam para pensar na ciência, dedicar aos estudos, nas pesquisas para construir o conhecimento. Como pode-se perceber, muitos têm uma ideia não muito realista do trabalho e da atividade científica: uma ideia elitista e individualista.

Mas, nas discussões, os alunos perceberam que essas ideias não são verdadeiras. Os cientistas trabalham em cooperação uns com os outros. São atividades interdependentes. Por isso, no dia a dia, nas salas de aulas, deve-se ter muito cuidado para não passar essas ideias aos estudantes para que eles não tenham uma ideia deturbada do cientista e de sua atividade científica e, com isso, ajuda a desmistificar que o conhecimento científico é construído por um único gênio.



Figura 3: Imagem mostrando os estudantes apresentando o seminário sobre a natureza da atividade científica.

Fonte: O autor.

Em seguida perguntou-se aos estudantes se "Sabem o nome de algum cientista brasileiro? E estrangeiro?" Eles não souberam nenhum nome de cientistas brasileiros, apenas de alguns

estrangeiros como Einstein, Galileu e Newton. Prosseguindo aos questionamentos, perguntou-se a eles “O que caracteriza uma investigação científica?” Verificou-se que muitos entendiam que o conhecimento científico é construído a partir de experimentos e verificações para ser conhecimento seguro, verdadeiro que a experimentação é a única forma de confirmar uma hipótese ou teoria e que deveriam sempre testar os modelos para que eles tenham validade.

Para muitos não existe ciência sem experimentação. O que os estudantes não sabem é que nem sempre é possível fazer experimentação. Nesse caso percebeu-se uma visão empírico indutivista nos estudantes, com a vinculação entre experimentação e observação.

Existem teorias, como comentado acima, que são produzidas a partir de outras fontes ou trabalhos de outros cientistas que não há necessidade de experimentação. Sabe-se que a produção do conhecimento científico não exige um método rígido para a sua produção e nem sempre é preciso seguir todas as etapas.

Ao questionar aos estudantes “para você o que é ciência”? a maioria não souberam responder. Muitos achavam que é o conteúdo ciência que estudaram no ensino fundamental. Outros tentaram arriscar uma resposta, mas tiveram pouco êxito. Foram nomes de não cientistas. Com isso, pode-se perceber que os estudantes secundários não sabem o que é ciência, não estão conectados com a atividade científica e não têm uma opinião clara do que o seria. Isto, porque percebeu-se que ao questioná-los sobre a história da ciência e sua natureza, eles tiveram concepções divergentes uns dos outros, além de muitas controvérsias e discordâncias quanto o que é ciência e suas características. Continuando a pesquisa, questionados sobre episódios da história da ciência “O que você pensa sobre os mitos de criação?” a maioria dos estudantes achavam que os mitos são contos de fadas, fábulas, mentiras ou apenas fantasias da imaginação humanas.

Uma grande maioria acreditavam que o mundo tem um criador “Deus” onipotente, onisciente e onipresente. E pensar de outra forma seria no mínimo herético.

Questionou-se “Qual foi a utilidade prática dos mitos nas comunidades antigas”? Pelas respostas obtidas, concluiu-se que a maioria dos estudantes não tem ideia da importância dos mitos para as antigas comunidades. Eles pensavam que os mitos foram invenções de entretenimento utilizados pelas comunidades antigas, sem nenhuma importância para eles e que não há relações entre os mitos com as atividades desenvolvidas por esses povos.

Também, questionou-se se “Conhece algum modelo de universo mitológicos? Qual?” Muitos estudantes não souberam responder, outros citaram algumas teorias modernas de universo como Big Bang, entre outros. Poucos citaram mitos como os gregos ou citaram nomes de deuses gregos e egípcios como Apolo, Zeus, Cronos, etc. Mas, sem nenhum critério de escolha ou conexão com a realidade da

época. Foi concluído que eles não conhecem nenhum modelo de universo das comunidades antigas e que são frutos da ingenuidade dos povos antigos.

Tentando saber se os estudantes estão por dentro dos modelos de universo desenvolvidos pelos filósofos modernos, questionamos “Quais são as diferenças entre as teorias geocêntricas e a heliocêntrica? Percebe-se que a grande maioria dos estudantes conseguiram explicar as diferenças entre as duas teorias. Mas, não foram claros em suas explicações. Poucos não souberam explicar e alguns não conseguiram dar uma explicação aceitável do questionamento.

Quando perguntamos a eles se “você acha que o universo teve um início?”, pelas respostas deu para perceber que os estudantes, a maioria, acham que o universo teve um início (Tudo tem um início!) ou através de uma “explosão inicial” (Big Bang) ou através de um “Deus Criador”.

Portanto, foi analisado que as respostas foram dadas sem nenhum embasamento ou critério: apenas respostas desconectadas de qualquer concepção bem fundamentada, “e se O universo terá um fim? Por quê”. Pelas respostas percebeu-se que a maioria acredita que tudo tem um fim: nós, os vegetais, todos os seres vivos, etc. Sendo que grande parte acharam que só Deus sabe. Aqui a ideia de um “Deus Criador” deixa claro as concepções dos estudantes referentes ao criacionismo. Um Deus positivo, criador, onisciente, onipresente e onipotente.

Foi afirmado que “Existem vários modelos para explicar a origem do universo: Modelo do Big Bang, Criacionismo, Estado Estacionário, etc. Qual é a sua opinião?”. Percebeu-se que a maioria dos estudantes ficaram confusos e nas respostas dadas deixaram claro que muitos acreditam no criacionismo. Outros, grande parte, acreditam no modelo do Big Bang, alguns acreditavam que um “Deus Criador” está envolvido com o Big Bang. Então, não ficou claro qual foi a concepção verdadeira dos estudantes. Muitos ainda não tinham uma ideia formada sobre os modelos de universo existentes.

Em relação à história da ciência questionamos se “Para você, conhecer a história da ciência, tem alguma importância”? Percebeu-se que os estudantes gostam muito de ficar por dentro de como tudo foi criado, descoberto, funcionam. A maioria deixou claro que precisam de ter aulas mais diversificadas unindo a teoria com a prática, a história da ciência com os conteúdos dados em sala. Para que possam entender melhor como tudo é e funciona.

Por fim, questionou-se se para eles “A astronomia influencia a tecnologia que usamos? Pelas respostas percebe-se que parte dos alunos sabem que a astronomia influencia a tecnologia, mas não sabem explicar o porquê. Outros acreditam que não há relação entre um e outro e muitos não souberam responder.

As respostas aos questionamentos referentes ao primeiro momento, foram o norte para desenvolver as aulas do segundo e terceiro momentos pedagógicos. Percebeu-se que nas duas primeiras aulas iniciais do primeiro momento, na problematização, que os alunos têm uma visão limitada, distorcida e errada sobre a natureza da ciência e o trabalho do cientista.

Não é surpresa, mas chama-se a atenção o fato de estudantes do segundo ano do ensino médio, que já tiveram pelo menos um ano de física, tivessem tantas dificuldades e dúvidas sobre assuntos sobre a história da ciência e de sua natureza. Isso deixa claro que um dos problemas no ensino de física, que foi relatado nos primeiros capítulos dessa dissertação que provavelmente deve influenciar no aprendizado e no interesse dos alunos pelas aulas de ciência, é a falta de se ensinar ciência sem contextualizá-la historicamente.

Assim, pratica-se um ensino a-histórico, descontextualizado e sem sentido. Uma vez que os conteúdos são apresentados de forma estanque, prontos e acabados, como verdades absolutas.

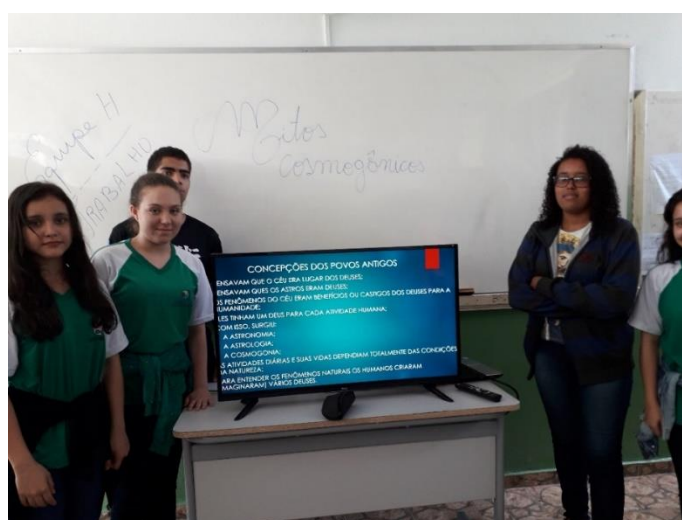


Figura 4: Imagem dos alunos apresentando o seminário sobre os mitos cosmogônicos.

Fonte: O Autor.

Depois que os estudantes tiveram as duas primeiras aulas referentes ao primeiro momento, problematização inicial, que serviu para nortear os próximos momentos, foi introduzido o segundo momento pedagógico, organização do conhecimento, com mais quatro aulas. Com isso, na terceira aula, começou-se com a apresentação da “origem e evolução do pensamento humano” (Vide figura 4). Foram feitos vários questionamentos aos alunos sobre a origem dos mitos, suas funções nas comunidades antigas, se essas narrativas mitológicas eram verdadeiras ou não, até que ponto os mitos respondiam os seus anseios e necessidades.

Pode-se perceber que a grande maioria dos estudantes não tinha a ideia da importância dessas narrativas para as antigas comunidades. Muitos estudantes pensavam que essas narrativas fossem fábulas literárias, ficção, folclore, invenção, história criativa usadas para entretenimento desses povos. Mas, em suas discussões e debates, foi possível observar que muitos alunos, depois de refletirem sobre os fatos, perceberam a importância dessas criações para esses povos.

Com isso, quando os estudantes apresentaram suas respostas e debateram-nas, numa roda de conversa, a turma não tinha ideia da grande ligação entre os mitos, a forma de pensar e agir dos povos antigos.

Por isso, como dito acima, foi só depois que finalizaram as discussões perceberam que os mitos significavam mais que isso para eles. E que cada mito seria capaz de responder suas perguntas, resolver seus problemas e capaz de controlar suas ansiedades. Outrossim, durante a apresentação e comentários das respostas feitas para as discussões, os estudantes, também, ficaram surpresos e perceberam que as religiões têm muitas semelhanças com as ideias mitológicas antigas. Muitos não acreditaram e não aceitaram tal hipótese! Para eles, existe um Deus criador onipotente, onisciente e onipresente e tal ideia é inquestionável e sagrada.



Figura 5: Imagem dos estudantes apresentando o seminário sobre o Universo de duas esferas aristotélico-ptolomaico.

Fonte: O autor.

Alguns alunos ficaram confusos com as várias semelhanças entre os mitos existentes entre os povos e a forma de explicar a origem do universo, do surgimento do homem e de todos os seres. Mas, pode-se perceber que a grande maioria aceitaram que a era mitológica foi uma época em que o

homem começou a dar os primeiros passos para entender e explicar melhor o mundo que viviam e todos os fenômenos que observavam. Além, de ser a forma mais antiga de se entender e explicar quem somos e de onde viemos. Com isso, pode-se perceber que através do estudo e discussões realizadas na sala, foi possível aos estudantes entender, como disseram, o processo de construção do conhecimento e sua evolução. Também perceberam e comentaram que nos mitos as ordens vinham dos céus. Os deuses faziam parte da vida do homem e nela envolviam, em suas atividades, em suas obrigações, forma de agir e de pensar. Mas, à medida que os trabalhos foram sendo apresentados, os alunos foram percebendo que novas informações eram acrescentadas no conhecimento existentes e outras eram melhoradas e até abandonadas.

Com isso, surgiam novas ideias e mudanças de paradigmas. Criando, portanto, novas maneiras de ver e interpretar a realidade. Isso pode ser percebido ao apresentarem o Universo de duas esferas aristotélico-ptolomaico (Vide figura 5).

Quando uma equipe apresentou suas explicações aos questionamentos feitos sobre “*O Universo de duas esferas aristotélico-ptolomaico*” a grande maioria dos alunos puderam perceber, segundo os seus relatos, a grande mudança na forma de pensar, interpretar e explicar os fenômenos percebidos. Em suas discussões e debates, nessa quarta aula, depois de assistirem aos vídeos, os alunos entenderam que o conhecimento construído pelo homem dependia de seu contexto social-econômico e político e que a forma de pensar nos mitos, que era formada por pequenas comunidades fechadas e isoladas em diversas regiões pelo mundo, era totalmente diferente das novas formas de entender esse mesmo mundo em Aristóteles e Ptolomeu.



Figura 6: Imagem dos estudantes apresentando o seminário sobre o modelo geocêntrico proposto por Ptolomeu.

Fonte: O autor.

Nos relatos apresentados foram graças ao nascimento do comércio, trocas de informações e de ideias entre as novas comunidades gregas e egípcias, que tinham visões diferentes e faziam parte

do novo mundo, homem pode mudar suas concepções antigas. Aqui em Aristóteles e Ptolomeu, os estudantes perceberam que muitas das ideias novas, durante os comentários e discussões, contidas na nova forma de pensar foram copiadas, melhoradas e baseadas na forma de pensar de diversos povos.

Assim, no Universo geocêntrico concebido por Aristóteles e Ptolomeu (Vide figura 6), os estudantes perceberam que tinha um pouco das esferas de Anaxímenes, ou fogo central de Filolau, o mundo das ideias de Platão, as esferas concêntricas de Eudoxo, a rotação da Terra de Heraclides, a ideia de distância de Aristarco entre os astros, os epiciclos de Apolônio e Hiparco. Com isso, eles entenderam e concluíram que o conhecimento criado dependia de muitas pessoas e que todos contribuíam um pouco para o seu desenvolvimento e sua construção.

Alguns estudantes, em seus comentários, chegaram a afirmar que o conhecimento construído era formado por “*pequenas cópias de ideias*” de vários pensadores e eram melhoradas acrescentando novas informações. Por isso, a forma do Universo aristotélico-ptolomaico ainda tinha muito dos mitos, onde os deuses ainda exerciam os seus poderes sobre a forma de pensar do homem. Mas, ainda tinham alguns estudantes com concepções criacionistas afirmavam que o homem apenas estava descobrindo e tentando entender como Deus criou e fez todas as coisas. Assim, para eles o mundo teve um início, criado por Deus e terá um fim, o juízo final.

Durante as discussões e leituras dos textos, no decorrer da quinta aula, sobre a revolução copernicana, percebeu-se, pela dedicação e curiosidade, que os estudantes estavam fascinados pela forma que o conhecimento veio sendo construído, organizado e moldado.



Figura 7: Imagem dos estudantes apresentando o seminário sobre o modelo heliocêntrico proposto por Nicolau Copérnico.

Fonte: O autor.

Muitos desses estudantes, ao discutir e debater aos questionamentos sobre a “Revolução Copernicana” (Vide figura 7) fizeram comentários sobre a importância de uma simples atitude de

Nicolau Copérnico em mudar uma peça do quebra-cabeça no jogo do universo, colocando o Sol no lugar da Terra no centro do universo, para poder dar um “xeque-mate” no modelo geocêntrico aristotélico-ptolomaico, causando uma queda revolucionária e uma verdadeira revolução científica muito importante na forma de ver o universo que há muito dominava a forma de pensar do homem. Alguns alunos fizeram comentários, nos debates e discussões durante as apresentações, que os problemas não solucionados e explicados foram peças-chaves para causar tais revoluções, deixando “*mais elegante*” o funcionamento do Universo.

Para os alunos, Galileu Galilei em suas observações com sua luneta mostrando as crateras na Lua, as luas de Júpiter, as manchas solares e a grande quantidade de estrelas não percebidas no céu, as de Giordano Bruno com os seus infinitos sóis com muitos mundo, a medidas de Ticho Brahe, as ideias de Kepler até Isaac Newton com as suas leis da gravitação e da mecânica puderam ajudar a construir e consolidar a nova forma de ver o universo, causando uma verdadeira revolução científica. Ficou muito claro para os estudantes durante as apresentações, segundo os seus relatos, que nesse contexto histórico, que se inicia com a atitude de Copérnico, estava emergindo uma nova astronomia que culminaria com o surgimento mais adiante com o modelo do Big Bang.

Durante a última aula do segundo momento, sobre a cosmologia do século XX, os alunos, em suas discussões e debates, se mostraram perplexos pela forma que os cientistas encontraram para explicar a forma que o universo pode ter surgindo e a maneira que ele está evoluindo. Isso foi graças aos debates e discussões ocorridos em uma roda de conversa com a turma sendo de fundamental importância para que eles pudessem entender o processo de construção do conhecimento científico. Muitos alunos, que antes tinham uma visão ingênua da atividade científica, chegaram a “rirem” de suas formas ingênuas de pensar.



Figura 8: Imagem dos estudantes apresentando as atividades sobre o modelo do Big Bang proposto no século XX.

Fonte: O autor.

Outros alunos, mesmo depois de muitas discussões, leituras de textos e debates, ainda estavam presos em suas formas rígidas de ver e perceber o mundo. Mas, de maneira geral, uma grande parcela dos estudantes, ficaram sensibilizados e interessados com a estrutura da atividade científica e a forma de encarar o modo que o cientista trabalha e constrói o conhecimento. Isso foi percebido quando foram apresentado a entrevista sobre cosmologia com o professor Gastão da Universidade de São Paulo. Depois de assistirem a entrevista, os estudantes puderam saber e discutir sobre o modelo do Big Bang e sua evolução (Vide figura 8).

Durante as discussões realizadas na sala sobre a entrevista, alguns alunos conservadores, por motivos religiosos, não quiseram aceitar a explicação do entrevistado de como tudo surgiu. Apenas encararam as explicações como meras hipóteses e explicações vazias. Mas, a grande maioria dos alunos se mostrou interessados e entenderam que os modelos apresentados pelos cientistas, no caso o Big Bang e o Estado estacionário, que surgiu nos comentários, eram apenas modelos que podiam um dia cair por terra, surgir novas explicações, conforme visão de cada época.

Quando a equipe fez comentários sobre origem do Universo, como ele surgiu, sua idade, como ele evolui, todos os alunos, em suas discussões, ficaram curiosos e interessados. Deu para perceber nitidamente o fascínio que eles têm por esses assuntos.

Durante as discussões e debates, nos questionamentos feitos nas aulas e durante as apresentações, ficou claro que todos tinham alguma pergunta sobre o assunto. Houve muitas discussões sobre como os cientistas fazem as descobertas, se o universo teve um início ou não e qual é o seu destino. Alguns alunos duvidaram que seria capaz os cientistas saberem a idade do Universo. Poucos acreditaram que os homens são capazes de saber que o universo está se expandindo.

Para muitos estudantes o Universo parece que se encontra parado! Durante as apresentações alguns alunos fizeram muitas confusões para definir nomes como estrelas, planetas, sistemas solares, asteroides, meteoros, galáxias, buracos negros, nebulosas, aglomerados de galáxias e estrelas. Enfim, foi depois de muita conversa que puderam tirar suas dúvidas e entender um pouco mais sobre essas diferenças.

Finalizando o segundo momento, para a grande maioria dos estudantes ficou claro que, segundo o modelo do Big Bang, o Universo teve um início, ele está se expandido e sua evolução é explicada por alguns fenômenos naturais como radiação cósmica de fundo das micro-ondas, temperatura do Universo e o desvio da luz das galáxias para o vermelho.

Depois que os alunos leram os textos, assistiram aos vídeos, discutiram, debateram e trocaram ideias e informações, foram dados o início ao terceiro momento “Aplicação do Conhecimento”. Aqui eles apresentaram seminários, refletiram e realizaram discussões nos debates.

O primeiro seminário foi sobre os mitos criados pelas comunidades antigas, já comentado nos questionários no primeiro momento. Nessa apresentação percebe-se que muitos estudantes já estavam familiarizados com a ideia da maneira de pensamento dos povos antigos e até entenderam que a forma de ver e perceber o mundo muda e que essas visões da “realidade” depende do contexto histórico, político e social de cada povo. Mas, muitos ainda, por motivos religiosos, fizeram cara feia para a forma de “verdade” concebida pelos antigos povos. Isso, pode ser percebido quando explicaram que Erastóstenes conseguiu medir o raio e conseqüentemente a circunferência da Terra usando apenas palitos, sombras e a geometria.

Alguns alunos, apesar de entenderem, questionaram o contexto do acontecimento devido Eratóstenes não ter condições viáveis de transporte para saber a distância de Alexandria até Assuã, no sul do Egito. Mesmo assim, através do experimento utilizando uma bola os estudantes foram capaz de provar que realmente o experimento seria possível. Também, fizeram comentários sobre a facilidade que temos no dia de hoje para provar e medir a esfericidade da Terra como o movimento dos navios sumindo no horizontes em alto mar, as nuvens sumindo no horizontes e o formato e o movimento das sombras na Terra.

Os estudantes acharam muito interessante e complicado a mecânica do Universo concebido por Aristóteles e Ptolomeu. Parte da turma não entendeu o “por quê” das esferas concêntricas cristalinas transparentes movidas por um “primeiro motor” divino. Alguns chegaram a ridicularizar as ideias desses pensadores, como os epiciclos, deferentes, equantes e epicentros. Além, de muito complicado e confuso.

Para eles estava claro, apesar da época, a forma ingênua de procurar ver e explicar a mecânica do Universo. Mas, parte da turma achou que era aplausível a ideia da Terra se encontrar centro do Universo. Isto, porque parece que tudo cai sobre ela mesmo.

No fim da apresentação do seminário, concluindo, os estudantes comentaram que apesar das deficiência e anomalias do modelo de universo aristotélico-ptolomaico, eles conseguiram explicações para os fenômenos sem a intervenção direta dos deuses, além de fazer tudo isso sem auxílio de ferramentas mais eficientes e mesmo sendo substituído pelo modelo heliocêntrico de Copérnico, ainda conseguiu, por muitos anos, dar melhores explicações para o fenômenos que o modelo copernicano. Vindo cair por terra, apenas com as ideias e observações de Galileu, as medidas de Ticho Brahe, Kepler e Newton. Por isso, foi proposta para a turma a montagem do sistema solar para nele aplicar as leis desenvolvidas por Kepler e Isaac Newton.

Assim, a equipe pode mostrar o novo modelo de universo e como os astros se comportavam no novo modelo de Universo Geocêntrico.



Figura 9: Imagem sobre a disposição dos planetas no sistema heliocêntrico proposto no século XVI construído pelos alunos do 2º ano.

Fonte: O autor.

Na apresentação do modelo de sistema solar (Vide figura 9), os estudantes fizeram comentários sobre o sistema solar falando sobre os principais planetas, os dois cinturões de asteroides que orbitam o Sol e a até onde o Sol exerce influência com sua gravidade e radiação sobre todos os corpos que o orbitam. Depois, comentaram sobre as distâncias dos planetas até o Sol, suas velocidades e períodos das órbitas. Além, de mostrar como fazer esses cálculos utilizando as leis de Kepler e Newton. Durante os comentários sobre a pesquisa realizada os estudantes acharam muito interessante ter feito esse trabalho. Começaram a ver o sistema solar de outra forma e puderam unir a teoria com a prática.

Alguns alunos chegaram a comentar que começaram entender melhor o processo de construção do conhecimento utilizando episódios da história da ciência na aplicação das fórmulas. Poucos estudantes acharam difícil entender essa forma de fazer e estudar ciência. Mas, grande parte deles aprovaram essa ideia e ficaram muito envolvidos. Também, durante a apresentação, os alunos da turma questionaram os alunos que estavam apresentando o trabalho tirando suas dúvidas e como eram aplicadas as fórmula em cada caso como tempo das voltas dos astros, distâncias e velocidades de cada um. Todos concordaram com a equipe apresentadora: a estratégia utilizada em trazer a história da ciência e discussões sobre a sua natureza para dentro da sala de aula ficou mais fácil e interessante a aplicação das leis e teorias na resolução de situações-problemas, entendendo melhor os conteúdos das aulas.

Neste trabalho, durante o desenvolver das atividades, percebeu-se que a ideia de primeiro problematizar, depois organizar o conhecimento, finalizando com a sua aplicação foi muito válida, visto que ficou fácil entender os conteúdos necessários, os alunos souberam explicar com

competência os episódios da história da ciência e entender a sua natureza. Muitos comentaram, durante as discussões e os debates, que puderam perceber o desenrolar e o desabrochar das ideias que vieram tomando corpo, se transformando em novas formas de pensar e conceber o mundo. Para alguns ficaram nítidos que a ciência sofre temporalmente revoluções como consequências das novas descobertas.

Para outros, foram evidentes o caráter provisório do conhecimento científico. Na atividade e discussões sobre Galileu Galilei, que causou uma verdadeira revolução com a sua luneta em suas observações, os alunos conseguiram reconstruir as visões de Galileu com sua pequena luneta mostrando as manchas solares, as crateras da Lua, as luas de Júpiter e as dezenas de milhares de estrelas não visíveis a olho nu que se encontrava além do céu de Aristóteles.

Para muitos, a atitude de Galileu foi fatal para a queda das concepções de Aristóteles e de Ptolomeu. Para a equipe apresentadora, graças a Galileu o Universo ficou maior servindo para estimular e aflorar as novas ideias da existência de um universo, uma nova física, muito além e maior que o “universo de duas esferas aristotélico-ptolomaico. Mas, mesmo assim, pequena parcela dos alunos, em seus questionamentos e conclusões, perceberam que muitas ideias de Aristóteles e Ptolomeu ainda assombram os nossos dias.



Figura 10. Imagem dos estudantes apresentando trabalho sobre o Big Bag.

Fonte: O autor.

No terceiro momento, “aplicação do conhecimento”, os estudantes apresentaram o trabalho sobre o modelo do Big Bang (Vide figura 10). Para introduzir o tema, a equipe fez alguns questionamentos à turma, como: De onde viemos? Para aonde vamos? Quem somos? Como tudo foi criado? O Universo teve um início? Ele terá fim? Muitos alunos da sala tentaram responder aos questionamentos. Mas, a curiosidade deles em ouvir as respostas e a apresentação da equipe foi maior.

Então, durante as discussões muitos perceberam que não existe uma explicação realmente contundente e bem fundamentada para todas as perguntas. Perceberam que muitas das respostas são apenas modelos que melhor explicam as nossas dúvidas.

No terceiro momento, “aplicação do conhecimento”, os estudantes apresentaram o trabalho sobre o modelo do Big Bang. Para introduzir o tema, a equipe fez alguns questionamentos à turma, como: De onde viemos? Para aonde vamos? Quem somos? Como tudo foi criado? O Universo teve um início? Ele terá fim? Muitos alunos da sala tentaram responder aos questionamentos.

Mas, a curiosidade deles em ouvir as respostas e a apresentação da equipe foi maior. Então, durante as discussões muitos perceberam que não existe uma explicação realmente contundente e bem fundamentada para todas as perguntas. Perceberam que muitas das respostas são apenas modelos que melhor explicam as nossas dúvidas.

Alguns estudantes acreditam que ainda está longe de se obter uma resposta incontestáveis e definitivas. Para eles são apenas hipóteses e cogitações, puras especulações infundadas. Para outros, nunca teremos respostas definitivas para tais perguntas. De acordo com alguns alunos mais contidos e carismáticos, “Deus criou o mundo” e só Ele sabe como tudo é e funciona, só restam aceitar a ideia dessa criação. Mas, para uma grande parcela da turma, a ciência é capaz de mostrar como é o Universo. Isto é questão de tempo.

Por fim, percebeu-se que a turma ficou muito interessada pelo tema trabalhado e que tais conhecimentos chamaram muita a atenção de todos. Além de estimular discussões, debates, reflexão e aguçar o espírito criativo e imaginativo de todos os alunos da turma.

A proposta de discutir a natureza da ciência se valendo de seus episódios neste trabalho de pesquisa nas aulas de Física foi uma forma de trazer para dentro da sala de aula discussões e debates sobre o conhecimento produzido pelos cientistas e sua viabilidade nas aulas. Com isso, os alunos puderam saber e entender como esse conhecimento foi e é produzido. Além de conhecer a natureza desses conhecimentos e quais foram os critérios utilizados para classificá-los como confiáveis ou não. Assim, com tal proposta, as aulas ficaram mais interessantes, contextualizadas e os estudantes puderam questionar, refletir, discutir e debater as ideias trazidas sobre os episódios da ciência e sobre sua natureza produzidos pelos homens e pelas mulheres.

Assim, durante a aplicação da sequência didática percebeu-se que quando se tratava de discussões sobre a natureza da ciência muitos alunos ainda não tinham ideia sobre o assunto, outros tinham concepções ingênuas, ultrapassadas e sem fundamentação científica sobre essa a atividade científica. Poucos sabiam que o conhecimento passado para eles na escola era uma construção humana, transitório e poderia um dia ser mudando, substituído e até abandonado.

Durante as aulas, os estudantes puderam conciliar os conhecimentos sobre a natureza da ciência utilizando, para isso, os episódios da história da ciência, no caso, cosmologia, discutindo e debatendo as condições das descobertas de forma contextualizada e como esse conhecimento fora criado.

Assim, as dúvidas que foram surgindo no primeiro momento do trabalho, problematização, foram pesquisadas e resolvidas no segundo momento quando o conhecimento fora organizado e pesquisado através da leitura de textos, questionamento e discussões entre os estudantes. Isso ocorreu durante as quatro aulas contidas no segundo momento quando os estudantes puderam conhecer e entender as formas de pensamento das antigas comunidades com os seus mitos e crenças místicas. Depois, tiveram contato com uma nova maneira de pensar onde os primeiros filósofos que começaram buscar explicações para os fenômenos na natureza, como o modelo de universo geocêntrico de duas esferas de Aristóteles e Ptolomeu com o seu mundo sublunar e supralunar que se basearam suas concepções em antigos pensadores.

Já em Copérnico, com a mudança de modelo para o heliocentrismo, as explicações começam ser bem mais embasadas em observações e experimentos. Com isso, pode-se perceber com as observações de Galileu, as medidas de Ticho Brahe, Kepler e com as leis da mecânica de Isaac Newton. Com isso, os estudantes começaram a compreender, de acordo com seus relatos, que a ciência é feita de revoluções e que a medida do contato com novas tecnologias e ferramentas as formas de interpretar e explicar os fenômenos mudaram.

Assim, os estudantes puderam ter informações suficientes para entender que era questão de tempo para surgir novos modelos e novas formas de explicar o mundo. Isto ocorreu com a defesa do modelo do Big Bang que começou com Galileu em suas observações utilizando a sua luneta, as ideias sobre os novos sóis e mundos de Giordano Bruno, as nebulosas e galáxias de Descartes, Kant e Laplace até a expansão do universo com Lamítre e Hubble.

Já no terceiro momento, os estudantes puderam desenvolver suas atividades com mais desenvoltura, competência e eficiência. Sendo que já, neste momento, tinham informações suficientes para conseguir compreender como o conhecimento foi e é construído e que a ciência tem características bem marcantes e próprias, que os episódios da história da ciência estudados são criações humanas, temporais e podem ser substituídas a quaisquer momentos por outras teorias melhores. Isto, perceberam quando apresentaram os mitos antigos, as medidas feitas por Eratóstenes para determinar o raio da Terra, a apresentação do sistema solar aplicando as leis de Kepler e Newton, as descobertas de Galileu e por fim, seus comentários sobre o modelo do Big Bang.

Portanto, com isso, fica evidente que inserir a natureza da ciência utilizando os seus episódios nas aulas de física e em outras, no ensino médio ou até mesmo no ensino fundamental I e II, faz com que as aulas sejam mais produtivas, atrativas, significativas, interessantes e que tenham uma aprendizagem consolidada.

Tudo isso foi percebido pela grande participação dos alunos na montagem das equipes, na organização dos trabalhos, em suas discussões, reflexões, debates, no envolvimento de cada aluno durante as aulas e na forma com que todos se empenharam para que tudo desse certo. Com isso, a pesquisa pode mostrar que ainda se pode dar aulas produtivas, significativas e interessantes. Para isso, basta contextualizar os conhecimentos contidos na grade curricular das escolas, unindo a história da ciência e discutindo a natureza desse conhecimento científico produzido pelo homem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depois de concluída a dissertação, cumprido o objetivo geral - discutir a natureza da ciência utilizando seus episódios para inserir o estudo de sua história nas aulas de Física no ensino médio utilizando a cosmologia como tema gerador e norteador do trabalho em uma sequência didática - os resultados demonstraram que as aulas com abordagens históricas-filosóficas proporcionaram aos alunos discussões, debates e reflexões concretas sobre o conhecimento para eles repassados.

Assim, durante as aulas - o objetivo de entender como o fato de problematizar a história da ciência estudando os episódios da ciência, no caso a cosmologia - os estudantes procuraram a se informar incessantemente sobre os temas propostos encontrados na história da ciência, verificaram as visões da filosofia da ciência de Popper (2004), Feyerabend (1989) e Kuhn (2002) enfatizaram que seria inconcebível desenvolver nas salas de aula consciência crítica, formativa e construtiva da realidade sem observar e criticar de forma reflexiva o conhecimento construído considerando outras visões filosóficas. Argumentos encontrados na literatura. Segundo Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2012), as controvérsias epistemológicas sejam abordadas na educação básica e são favoráveis que o pluralismo de visões sobre a natureza da ciência seja levado para a sala de aula, sem desprezar diferentes visões epistemológicas.

Desde as primeiras aula, a partir do primeiro momento pedagógico - Problematização Inicial - ficou perceptível diante da turma que o conhecimento que são repassados para eles não seria avaliado se não fosse acompanhado de críticas, discussões e debates acompanhadas de visões múltiplas da filosofia da ciência. Assim, no segundo momento os alunos foram estimulados a organizar os conhecimentos já dominados por eles, obrigando-os a procurar mais informações sobre o tema em questão. Isto, porque com o tempo, de acordo com a realidade de cada época, a forma de interpretar os fatos mudam, as ferramentas utilizadas mudam, as visões mudam e os valores éticos, culturais, morais, religiosos e políticos também mudam. Enfim, realidades diferentes, em épocas diferentes, as concepções podem mudar sobre a natureza do conhecimento.

Portanto, é interessante destacar que a utilização da história da ciência se valendo dos seus episódios como norteador da pesquisa não prejudicou a rotina das aulas e ainda contribuiu para a melhor compreensão dos conteúdos pelos alunos com algum tipo de dificuldade de aprendizagem. Por isso, a participação de todos os alunos nos debates, discussões e seminários foi intenso e todos se envolveram com maior intensidade do que em aula que não envolviam discussões sobre a natureza da ciência. Diferentemente de aulas anteriores, todos mostraram-se interessados em saber e esclarecer dúvidas para o entendimento de cada tema discutido e proposto nas aulas.

Na sequência dos trabalhos, após os dois momentos iniciais, os estudantes foram capazes de reconstruir alguns episódios das ciências partindo de uma problematização inicial, organizando os seus conhecimentos e, enfim, foram capazes de refletir, discutir e tomar suas próprias decisões colocando e mostrando na prática conhecimentos que até então não sabiam e nem dominavam.

Segundo Matthews (1994), em seu artigo sobre “*O papel da história da filosofia e da ciência*”, a história da ciência promove a melhor compreensão dos conceitos e conteúdos científicos; favorecem abordagens históricas conectando o desenvolvimento do pensamento individual com o desenvolvimento das ideias científicas; a história da ciência é necessária para se entender a natureza da ciência; a história neutraliza o cientificismo e dogmatismo que são encontrados nos manuais de ensino de ciências e nas aulas e na história humaniza a matéria científica, tornando-a menos abstrata e mais interessante aos alunos.

Com isso, os estudantes tiveram a oportunidade de verificar o contexto da descoberta do conhecimento criado, questionar através de debates “o porquê” da escolha de certos modelos de Universo, criticar essas escolhas e até refutar certas visões e opiniões dos seus colegas.

Portanto, as aulas trouxeram ao espaço escolar um ambiente de debate, discussões em que a ciência como construção humana tornou-se objeto de estudo e análise. Conforme aponta Martins (2007) essa pesquisa pretendeu contribuir para diminuir a falta existente na área de propostas metodológicas concretas para os usos da história da filosofia e a história da ciência na sala de aula. Assim, ficou claro que se deve discutir o conhecimento contemplados nas aulas aos olhos da filosofia da ciência visto que o conhecimento construído tem naturezas diversas.

7 REFERENCIAIS

ACEVEDO, José Antônio Diaz. El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. 2008.

ARTHURY, Luiz HM; TERRAZZAN, Eduardo A. A Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a Gravitação. 2016.

BAGDONAS, Alexandre; João ZANETIC, and Ivã GURGEL. "Críticas à visão consensual da Natureza da Ciência e a ausência de controvérsias na Educação Científica." *Atas do XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*(2012).

BAGDONAS, Alexandre; GURGEL, I.; ZANETIC, J. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino de física: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático. *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 7, n. 2, p. 242-260, 2014.

BAGDONAS, Alexandre; ZANETIC, Joao; GURGEL, Iva. Quem descobriu a expansão do universo? Disputas de prioridade como forma de ensinar cosmologia com uso da história e filosofia da ciência. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 39, n. 2, p. e2602, 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. Parâmetros nacionais de qualidade para o ensino médio. Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica: Brasília (DF), 2002, 141 p. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). 2017.

CAMPBELL, Joseph; MOYERS, Bill D.; FLOWERS, Betty Sue. **O poder do mito**. Barcelona: Emecé editores, 1991.

CAMPBELL. Joseph. O herói de mil faces. Tradução: Adail Ubirajara Sobra – Editora: Ciltrix/Pensamentos – 10ª edição, São Paulo, 1997.

CHASSOT, Attico Inacio. **A ciência através dos tempos**. Moderna, 1995.

DAMASIO, Felipe; PEDUZZI, Luiz OQ. História e filosofia da ciência na educação científica: para quê?. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 19, 2017.

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa; VANNUCCHI, Andréa. O currículo de física: inovações e tendências nos anos noventa. *Investigações em ensino de ciências*, v. 1, n. 1, p. 3-19, 2016.

DE MATOS, Jêifer Andrade; MASSONI, Neusa Teresinha. Proposta didática para apresentar conceitos do movimento de queda dos corpos no ensino fundamental através de um aporte histórico e epistemológico, 2016.

DO NASCIMENTO, Viviane Briccia; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências. 2004.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. Metodologia do ensino de ciências. 1990.

DELIZOICOV, Demétrio. "Problemas e problematizações." *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC* (2001).

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. Física. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1992.

DELIZOICOV, D. Concepção problematizadora para o ensino de ciências na educação formal :relato e análise de uma pratica educacional na Guine-Bissau. Instituto de Física, USP. São Paulo, 1982. p. 227.

ELIADE, Mircea. Imagens e Símbolos. Editora: Arcadia, Lisboa – Portugal, 1979

FEYERABEND, Paul K. Contra o método. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989.

FEYNMAN, Richard. O americano, outra vez! *Parcerias Estratégicas*, v. 5, n. 9, p. 223-239, 2010.

FOUREZ, Gérard. Crise no ensino de ciências? *Investigações em ensino de ciências*, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2016.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da libertação em Paulo Freire*. Editora Paz e Terra, 2018.

GAMA, Leandro Daros; ZANETIC, João. Abordagens epistemológicas no Ensino de Física: A Cosmologia como tema motivador. *ATAS DO XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA-XVIIIISNEF*. Vitória, 2009.

GLEISER, Marcelo. Criação imperfeita. Record, 2012.

GLEISER, Marcelo. A dança do universo: dos mitos de criação ao big-bang. Editora Companhia das Letras, 2006.

GLEISER, Marcelo. Criação imperfeita. Record, 2010.

HENRIQUE, Alexandre B., and Cibelle Celestino SILVA. "Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia: o universo teve um começo ou sempre existiu." *Atas do VII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências-ENPEC. Florianópolis, SC* (2009).

HENRIQUE, Alexandre Bagdonas; SILVA, Cibelle Celestino. Controvérsias na cosmologia. Texto (parte auxiliar da pesquisa de mestrado “Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia”)–Universidade Federal de São Paulo, 2011.

HÖTTECKE, Dietmar; SILVA, Cibelle Celestino. Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: An analysis of obstacles. *Science & Education*, v. 20, n. 3-4, p. 293-316, 2011.

KANTOR, Carlos Aparecido. Educação em Astronomia sob uma perspectiva humanístico-científica: a compreensão do céu como espelho da evolução cultural. 2012.

KUHN, Thomas S. *Revolução Copernicana*. Lisboa: Edições 70, 2002.

KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 2006.

LEDERMAN, Norman G. Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, v. 36, n. 8, p. 916-929, 1999.

MARTINS, André Ferrer Pinto. História e Filosofia da Ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MARTINS, Roberto de A. *O universo: teoria sobre a sua origem e evolução*. – 2 ed. São Paulo: editora Livraria da Física, 2012.

MATTHEWS, Michael R. *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. Psychology Press, 1994.

MATTHEWS, Michael. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MORAES, Leandro Donizete et al. Uma proposta de sequência didática para o ensino de Astronomia na educação básica com o uso do software Astro 3D. 2016.

MORAES, Andreia Guerra et al. A interdisciplinaridade no ensino das ciências a partir de uma perspectiva histórico-filosófica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 15, n. 1, p. 32-46, 1998.

PENA, Fábio Luís Alves; RIBEIRO FILHO, Aurino. Relação entre a pesquisa em ensino de física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 25, n. 3, p. 424-438, 2008.

PÉREZ, Daniel Gil et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. Ciência & Educação (Bauru), v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

PIERSON, Alice Helena Campos; HOSOUME, Yassuko. O cotidiano e a busca de sentido para o ensino de física. 1997.

PIRES, Antônio ST. Evolução das Ideais da Física. Editora Livraria da Física, 2008.

POPPER, Karl R. A lógica da pesquisa científica. Editora Cultrix, 2004

SAGAN, Carl. Cosmos. Edicions Universitat Barcelona, 2006.

SAGRADA, Bíblia. Traduzida em português por João Ferreira de Almeida. Revista e atualizada no Brasil, v. 2, p. 40, 1993.

SCHIAVONI, Alexandre. O DESIGN E O CONCEITO DE ARS MEDIEVAL. Blucher Design Proceedings, v. 1, p. 592-604, 2014.

SILK, Joseph. O big bang A origem do universo. Universidade de Brasília, 1984.

SILVA, Cibelle Celestino; DE ANDRADE MARTINS, Roberto. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. Ciência & Educação, v. 9, n. 1, p. 53-65, 2003.

SKOLIMOSKI, Kellen Nunes. Cosmologia na teoria e na prática: possibilidades e limitações no ensino. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário a ser respondido sobre a natureza da ciência.

Para responder o questionário é preciso que o aluno marque uma das opções – CF (concordo fortemente), C (concordo), I (indeciso), D (discordo) ou DF (discordo fortemente).

| | | | | | |
|--|----|---|---|---|----|
| 1 Todo conhecimento científico criado é provisório. Isto é, pode mudar com o passar do tempo. | CF | C | I | D | DF |
| 2. Quando vários cientistas observam o mesmo fato ou fenômeno, devem chegar obrigatoriamente às mesmas conclusões. | CF | C | I | D | DF |
| 3. Todas as leis da Ciência nascem a partir de inúmeras observações e muitas anotações de dados. | CF | C | I | D | DF |
| 4. Todo conhecimento científico resulta da aplicação sistemática de um método científico. | CF | C | I | D | DF |
| 5. Tudo aquilo que não é possível de comprovação experimental não pode ser considerado conhecimento científico. | CF | C | I | D | DF |
| 6. Ao fazer um experimento, o cientista deve observar o fenômeno como ele é de fato, sem elaborar nem levar em conta suas concepções ou intuições prévias. | CF | C | I | D | DF |
| 7. Existe apenas um método científico, geral e universal, para produzir o conhecimento científico. | CF | C | I | D | DF |
| 8. As explicações científicas são definitivas, verdadeiras e imutáveis. | CF | C | I | D | DF |
| 9. Pode-se dizer que a ciência é uma construção humana e, por esta razão, pode conter erros, imprevistos que com o passar do tempo podem ser corrigidas e aperfeiçoadas. | CF | C | I | D | DF |
| 10. No processo da Ciência, alguns ingredientes como criatividade, imaginação, intuição também são importantes. | CF | C | I | D | DF |

Quadro 1. Tirado do Texto de apoio ao professor de Física de Moreira e Massoni (2007) com as devidas adaptações.¹⁴

Fonte: if.ufrs.br/public.

¹⁴ de Matos, J. A., & Massoni, N. T. Proposta didática para apresentar conceitos do movimento de queda dos corpos no ensino fundamental através de um aporte histórico e epistemológico. Disponível em: www.if.ufrgs.br/public/tapf/tapf_v27n1.pdf - Acesso em 15 de março de 2019, às 12h30min.

APÊNDICE B – Textos sobre a filosofia da ciência

Texto 1 – Reflexões sobre a natureza da ciência

Foi começado com as intrigantes perguntas “O que é ciência?, O que ela estuda?, Os conhecimentos criados são verdadeiros?, Como o cientista trabalha?” que se descobriu que não se tem certeza da resposta! Assim, há princípio, não existe uma definição clara, fechada destas perguntas. Mas, se sabe, através de consensos, que a ciência é um campo da atividade do homem que se dedica na construção de um conhecimento certo, seguro, sistematizado, sólido e bem fundamentado a respeito dos fenômenos e fatos ocorridos no mundo.

Mas, a ciência tem algum propósito? E, qual é o objetivo dela? Sabe-se que são muitos os seus objetivos. Pode-se dizer que a ciência procura tornar o mundo mais compreensível, mais palpável. Ela prevê diversas situações e ajuda o homem a exercer um controle mais ativo e consciente sobre a natureza e como nela se pode desenvolver as atividades diárias. Aliás, o homem procura entender os fenômenos da natureza para poder dominá-la, compreensivelmente e dela tirar sua sobrevivência. Mas, será que tudo isso é possível? A ciência é capaz de atingir todos esses objetivos? Logicamente que isso é uma questão filosófica. Por isso, que a filosofia da ciência tem um papel chave na construção do conhecimento. Ela não deixa a ciência se vangloriar de que é capaz de construir um conhecimento sólido, verdadeiro e seguro. Aliás, só se pode saber seguramente o que não é ciência. O contrário é especulação. Análises ingênuas da realidade.

Para exercer esse domínio consciente sobre a natureza, o homem precisa ter em mente um caminho, uma estrutura bem organizada e concatenada de procedimento que servem para orientar a pesquisa para que ele possa desfiar os seus mistérios. Para isso, ele usa os métodos científicos. Mas, é sabido que existem muitas maneiras de se resolver ou estudar determinado problema. Embora variado, o método científico tem certa estrutura lógica, diversas etapas bem determinadas que são usadas para orientar os estudos, como enunciar um problema, formular hipóteses, testá-las e fazer a conclusão final, confirmando ou não as hipóteses levantadas e depois, reproduzi-las. Com isso, qualquer pesquisador poderá atingir os mesmos resultados esteja onde estiver.

Que problemas são esses que se pode resolvê-los? Aliás, são diversos os fatos ou fenômenos que nos intrigam e nos fazem pensar. São desde os mais antigos como o movimento dos astros, o brilho mais ou menos intenso das estrelas, o movimento retrógrado dos astros celestes, se o Universo teve ou não início ou se terá fim, quem somos nós, de onde viemos, para aonde vamos, se o Universo está ou não em expansão, se o ele é ou não infinito, como evitar as doenças infectocontagiosas, e o que são buracos negros, épocas certas para se plantar e colher, entre muitas outras perguntas que

nem sempre as respostas são tão simples. Mas, como pesquisadores, pode-se criar ou pensar em algumas hipóteses, tentar respondê-las e testá-las.

Mas, é sabido que muitas hipóteses podem ser testadas, outras não são tão simples de explicar. Às vezes, não se tem instrumentos capazes de verificar essas hipóteses.

Por isso, sabe-se que uma pesquisa científica não está baseada somente no método escolhido e nem sempre dele depende.

Existem outras variáveis para a realização de um estudo. Muitas vezes depende da natureza do que se está pesquisando e dos recursos materiais que se dispõe ou se encontra. Também depende de outros fatores como os elementos criatividade, imaginação, sagacidade e atitude do pesquisador. Assim, desses estudos, o cientista cria teorias (explicam certas regularidades) e destas criam as leis generalizadoras, além fazer outras previsões.

Apesar da ciência propor um conhecimento seguro, seguir métodos científicos consolidados, procurar explicar os fenômenos através de caminhos precisos e bem pensados, seus resultados não estão isentos de questionamentos.

Apesar disso, nunca a ciência, até então, foi tão idolatrada. Hoje ela é altamente respeitada. Com grande certeza, ela ocupa o ponto mais alto da fama. Por exemplo, para atribuir confiabilidade aos produtos o termo “científico” é usado, dando a eles toda a credibilidade.

Como e com que autoridade ela alcançou tanto mérito e confiabilidade? Será que é o método usado? Qual é a base para tal autoridade? As atividades humanas são todas baseadas nas explicações científicas. Ela diz o que fazer e todos obedecem, sem se pensar. Será o correto? Não se deveria tentar pensar um pouco e tentar resolver os problemas através de outras fontes?

Uma forma de responder a essas perguntas é estudar a história da ciência e de sua natureza. Ao fazer isso, aprende-se que teorias científicas podem ser refutadas, aceitas e descartadas. Tudo vai depender da sua capacidade de explicar os fenômenos que estão sendo observados e estudados.

APÊNDICE C – Questionários sobre a história e a natureza da ciência.

Questionário sobre a história e a natureza da ciência

Escola Estadual Deputado Domingos de Figueiredo

Questionário – 2. Natureza da ciência e da história da ciência.

Professor: Tarlei José de Mesquita Data: ___/___/2018

Aluno: _____ Nº _____ Sala: _____ Ano: 2º

| |
|---|
| Como você imagina o cientista? |
| Sabe algum nome de algum cientista brasileiro? E estrangeiro? |
| O que caracteriza uma investigação científica?" |
| Para você o que é ciência? |
| O que você pensa sobre os mitos de criação? |
| Qual foi a utilidade prática dos mitos nas comunidades antigas? |
| Conhece algum modelo de universo mitológicos antigos. Qual? |
| Quais são as diferenças entre as teorias geocêntricas e a heliocêntrica? |
| Você acha que o universo teve um início? |
| E se o universo terá um fim? Por quê? |
| Existem várias teorias para explicar a origem do universo: Teoria do Big Bang, Criacionismo, etc. Qual é a sua opinião? |
| Para você, conhecer a história da ciência, tem alguma importância? |
| A astronomia influencia a tecnologia que usamos? |

Quadro 2. Questões propostas para discussões na aula sobre a natureza da ciência.

Fonte: O autor.

APÊNDICE D – Visões epistemológicas de Kuhn, Popper e feyerabend

TEXTO 1: Epistemologia de Thomas Kuhn

Físico teórico, norte-americano e estudioso no ramo da filosofia da ciência, nasceu em 18 de julho de 1922, e se interessou pela história da ciência. Depois, passou a dedicar à filosofia da ciência. Para Kuhn (2002), o desenvolvimento de uma disciplina científica ocorre seguindo a estrutura: fase pré-paradigmática (momento da não ciência), ciência normal, crise, revolução, nova ciência normal, nova crise, nova revolução científica [...].

A fase pré - paradigmática representa a pré-história de uma ciência, fase na qual impera divergências e controvérsias entre os pesquisadores, ou grupos de pesquisadores, sobre quais fenômenos devem ser estudados, e como o devem ser, sobre quais devem ser explicados, e segundo quais princípios teóricos, sobre como os princípios teóricos se inter-relacionam, sobre as regras, métodos e valores que devem focar a busca, descrição, classificação e explicação de novos fenômenos, ou o desenvolvimento das teorias, sobre quais técnicas e instrumentos podem e devem ser utilizados. Enquanto predomina um tal estado de coisas, a disciplina ainda não atingiu o regime de científica. Não constitui uma ciência autêntica. Nessa fase de confusão existem uma infinidade de

opiniões sem haver uma organização. Isto é, impera uma verdadeira confusão, sem réguas, métodos, sem leis e sem ordem. Assim, uma disciplina torna-se ciência quando adquire um paradigma, encerrando-se a fase anterior (pré-paradigmática) e iniciando-se uma fase de ciência normal. Para Kuhn, alguns indivíduos são atraídos para o paradigma e outros são simplesmente excluídos da profissão e seus trabalhos ignorados. Uns vão desenvolver os seus trabalhos sozinhos, outros se agregam a outros cientistas. Ninguém sobrevive fora do paradigma. É preciso obedecer as regras impostas pelo paradigma vigente. Existe uma ordem de “picada”.

Kuhn (2002) percebeu que a passagem para a maturidade, para a fase científica, de uma disciplina envolve a aceitação, por parte dos pesquisadores, de uma realização científica exemplar, que defina de maneira mais ou menos clara os principais pontos de divergência da fase pré-paradigmática. Segundo Kuhn (2006), “para ser aceita como paradigma, uma teoria deve parecer melhor que suas competidoras, mas não precisa explicar todos os fatos”. Nem sempre o novo paradigma é capaz de resolver e explicar todos os problemas. A mudança de paradigma apenas nos é oferecida outra maneira de fazer ciência. Apenas nos mostrar uma forma diferente de ver os fatos.

Kuhn (2002), “considera paradigmas as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência.” E ainda, “Os paradigmas adquirem seu status porque são mais bem sucedidos que seus competidores na resolução de alguns problemas que o grupo de cientista reconhece como graves”.

As pesquisas firmemente assentadas nas teorias, métodos e exemplos de um paradigma são chamadas por Kuhn (2002) de ciência normal. Essas pesquisas visam a extensão do conhecimento dos fatos que o paradigma identifica como significativos, bem como o aperfeiçoamento de ajuste da teoria aos fatos. Assim, um paradigma fornece os fundamentos sobre os quais a comunidade científica desenvolve suas atividades. Enquanto o paradigma estiver se mostrando frutífero, e não surgirem embaraços, anomalias sérias no ajuste empírico da teoria, o cientista deve persistir no seu compromisso com o paradigma. Segundo Kuhn (2002), nessa fase, os cientistas são solucionadores de quebra-cabeças. Para ele, “quebra-cabeças indica, no sentido corriqueiro em que empregamos o termo aquela categoria particular de problemas que servem para testar nossa engenhosidade ou habilidade na resolução de problemas.

As revoluções iniciam-se com um sentimento crescente de que o paradigma existente deixou de funcionar adequadamente. O funcionamento defeituoso do paradigma, que não consegue resolver os quebra-cabeças, pode levar a crise dando início a uma revolução. Com isso, pode surgir um novo paradigma. A ideia mais importante de Kuhn (2002) em relação ao novo paradigma é que eles são

“incomensuráveis” entre si. Isto significa que não há forma de comparar paradigmas diferentes. Visto que cada paradigma é uma forma de ver o mundo de maneira diferente. Têm linguagens, regras, técnicas de aplicar as leis e teorias diferentes, com traduções totalmente diferentes. Podemos citar no caso das teoria heliocêntrica e geocêntrica. O mundo concebido pelo geocentrismo é uma realidade completamente distinta do heliocentrismo. Sabemos que nem o Sol e muito menos a Terra mudou de lugar. Foi apenas uma concepção visual. No geocentrismo a Terra estava no centro do universo com todos os astros girando em sua volta e no heliocentrismo, todos os astros girando em torno do Sol, que se encontrava no centro do universo. Kuhn (2002) deixa claro que a atividade científica depende da aceitação do paradigma vigente. Todos devem aceitar as suas regras, leis e sua maneira de ver o mundo e resolver os problemas. O interessante é que o cientista que aceita o paradigma vigente não é capaz de ver os fatos de forma diferente. Isso ocorre porque a maneira de ver e interpretar os fatos está totalmente ligado na sua forma de pensar e agir sobre a natureza.

Por isso, os paradigmas são incomensuráveis. Podemos citar os partidos políticos: Cada partido promete resolver os problemas da sociedade usando estratégias e métodos totalmente diferentes dos seus oponentes. Por isso que chamamos esta mudança de paradigmas de revolução científica.

TEXTO 2: Epistemologia de Karl Popper

Karl Popper nasceu em 1902 e faleceu em 1964, ele foi um grande físico, matemático e filósofo da ciência. Popper recusa a lógica indutivista. Para ele “o problema da indução também pode ser apresentado como a indagação acerca da validade ou verdade de enunciados universais que encontrem base na experiência.

O critério de demarcação entre ciência e não ciência, para Popper (2004), reside no fato da teoria se submeter à condição de que uma teoria mantém-se verdadeira até que seja possível refutá-la pela experiência empírica. Isto quer dizer que se você realiza observação de um fato, se esse ocorrer muitas vezes, isso não lhe garante que a próxima vez ocorrerá novamente. É o caso do exemplo dos cisnes dado por Popper (2004) (Se observarmos vários cisnes brancos em certa localidade durante vários dias. Isto não quer dizer que só deve haver cisnes brancos. O próximo “pode” não ser branco!). Com a afirmação acima, ele indicou a condição transitória da validade de uma teoria. Determinado sistema científico é válido até o momento em que é refutado, mostrando-se a sua falsidade. Isto equivale dizer que, para Popper, somente a refutabilidade de uma teoria pode ser provada, mas nunca a sua veracidade absoluta.

Um exemplo de teoria não refutável é a Astrologia, pois, suas profecias são tão vagas que podem explicar qualquer coisa capaz de refutá-la. Essas profecias dificilmente falham, por isso tornam a teoria irrefutável. Na visão de Popper (2004) trata-se de uma pseudociência. Para ele, o critério de refutabilidade permite traçar uma linha divisória entre as ciências empíricas e todas as outras ciências de caráter religioso, metafísico ou simplesmente pseudocientífico, isto é, o critério da refutabilidade ou testabilidade é a solução para o problema da demarcação entre ciência e não ciência. Em suas investigações lógicas também destacou que não existe observação pura, sem interferência de outras habilidades do observador, pois todas as observações são sempre realizadas à luz de pressupostos e de teorias prévias que o cientista traz consigo. A partir daí, o trabalho do cientista consiste em elaborar teorias e pô-las à prova. Este processo de construção de uma nova teoria inicia-se com uma comparação lógica entre as conclusões obtidas pela teoria, buscando uma coerência interna do sistema. Depois, é a investigação lógica da teoria para verificar se ela apresenta o caráter de uma teoria científica. Também, em outro momento, é o confronto com outras teorias, com o objetivo de determinar se a teoria construída representa um avanço de ordem científica e por fim, há a comparação da teoria por meio de aplicações empíricas das conclusões que dela se possa deduzir. Assim, uma teoria submetida à prova e tendo suas qualidades comprovadas não se pode deve ser descartada a não ser por outra teoria que resiste melhor às provas ou ao falseamento da teoria anterior.

A noção de falseamento (ou refutação) como critério de demarcação entre ciência e pseudociência e, do método crítico, ou seja, princípio de que a ciência não se faz a partir da observação pura, mas é uma construção do homem a partir de conjecturas controladas por refutações é, segundo Popper (2004), a forma de se obter o progresso científico.

TEXTO 3: Epistemologia de Paul Feyerabend

Feyerabend nasceu em Viena em 1924, viveu nos Estados Unidos e na Europa. Foi orientado de Popper na Escola de Economia de Londres. Sua principal obra chama-se “Contra o Método”, e seus principais conceitos são o anarquismo epistemológico, o pluralismo metodológico, contra-regra, contra-indução e o vale tudo. Para Feyerabend (1989). “a ciência é um empreendimento essencialmente anárquico – o anarquismo teórico é mais humanitário e mais sustentável de estimular o progresso do que suas alternativas apresentadas por ordem de lei”. Com isso, a epistemologia de “feyerabeniana” partiu de que não existe um método científico universal, único e histórico. Para ele a ciência é anárquica. Ele rejeitou a existência de regras metodológicas universais e defendeu a violação dessas regras e sua violação é necessário para o avanço da ciência. A existência de uma

única regra limita o cientista. Outras podem leva-lo às mesmas respostas. Nesta linha, o anarquismo epistemológico de Feyerabend deve ser entendido como oposição a um conjunto único, fixo de regras – em outras palavras, oposição ao que se pretenda caracterizar como “o método”, modelo único e universal – não como ser contra todo e qualquer procedimento metodológico. Em resumo, o anarquismo epistemológico deve ser interpretado como uma defesa de um pluralismo metodológico: “Contra o Método” deve ser interpretado como contra “o método”.

Feyerabend (1989) defendeu o “vale tudo” ou “pluralismo metodológico”. A regra é violação das regras metodológicas. Para ele, não existe um conjunto de regras que uma vez obedecidas necessariamente conduzirão ao progresso da ciência e ao crescimento do conhecimento científico. Segundo ele, a história da ciência é tão complexa, tão rica, que se insistirmos em uma única metodologia, que afinal não venha inibir o progresso científico, essa metodologia só pode ser o “vale tudo”. Assim, deixa evidente que existem outros caminhos para construir o conhecimento científico e chegar às descobertas e às explicações dos fatos. Ele ataca o critério da consistência, ou seja, não é razoável para o progresso da ciência que as novas teorias devam ser consistentes com as mais antigas e bem estabelecidas. Para ele, nenhuma teoria interessante é sempre consistente com todos os fatos. Mostrou que o progresso da ciência é desigual. Defende o contra-regra, ou seja, se a regra privilegia a indução, então deve-se usar a contra-indução. Por quê? Pressupostos dos cientistas são abstratos, pessoais e indiscutíveis. Com isso, Feyerabend (1989) afirma que o conhecimento científico exige maior liberdade para ser construído, uma multiplicidade de métodos, vários caminhos a ser seguido e a regra do vale-tudo para se fazer ciência.

Na versão de Feyerabend (1989) o progresso científico se dá através de um pluralismo teórico, de uma competição entre teorias, i.e., teorias sendo testadas umas contra outras. Nesse sentido, idealiza o que Kuhn chamou de períodos pré-paradigmáticos, caracterizados pela competição entre teorias. No entanto Feyerabend (1989) minimiza o critério de dar conta de resultados de observação e experimentação como básico para definir quais as melhores teorias. Para ele, a incomensurabilidade depende de como são interpretadas as teorias e, por isso, rejeita os critérios mais familiares de comparação.

Em síntese, negou a existência de um único método, e defendeu um pluralismo metodológico e o “vale-tudo”. Não aceitou o conteúdo empírico como critério para decidir entre teorias. Em oposição às regras nacionalistas propôs contra-regras. Argumentou que a única metodologia capaz de não inibir o progresso científico é o vale-tudo. Enfim, desmistificou a ciência e o conhecimento científico. Para ele, a ciência não progride na consistência.

APÊNDICE E – Textos sobre as primeiras concepções filosóficas

TEXTO 1: Mitos

O mito é extremamente complexo, temporal, regional e carregado de mistérios, misticismos e religiosidade. Ele nos conta a respeito de uma determinada sociedade em determinada época e região. Sua função é exemplificar e dar significado a todas as atividades desenvolvida e criada pelo homem. Eles são usados para explicar os acontecimentos que não entendemos, não compreendemos e que estão muito além das nossas racionalidades.

De acordo com Campbell (1997), “a função mais importante dos mitos é a de fornecer os símbolos que levam o espírito humano a avançar, opondo-se àquelas outras fantasias humanas constantes que tendem a levá-lo para trás.” Para Campbell (1991), “os mitos têm função mística, cosmológica, sociológica e pedagógica”. Assim, amenizaremos nossas angústias; explicaremos algumas dúvidas; responderemos algumas indagações acerca da nossa realidade e teremos mais sentido em nossas vidas.

A palavra mito não tem o mesmo significado na atualidade do que as dadas pelas antigas comunidades. Não menos verdadeiras. Hoje, vem a ideia de uma ficção, folclore, invenção, fábula, uma história criativa, alguém muito importante, um ícone ou algo místico, até infantil. Isto, porque a ciência moderna não defende a concepção de verdade única e absoluta dos fatos. E também, já temos explicações plausíveis sobre como ocorre muitos fenômenos naturais. Visto que na antiguidade todas as nossas angústias ou dúvidas eram respondidas pela mitologia que tinham explicações singulares e próprias para cada fato ou fenômeno que acontecera. Devido a diversidade de mitos, diferentes em cada sociedade, pesquisadores dividem estes mitos em: cosmogônicos (mitos de criação) e os de origem (criações de heróis, costumes, etc.). Podemos entender que a cosmogonia nasceu da necessidade do homem em explicar a nossa origem, quem somos e explicar como tudo surgiu e qual a natureza de tudo que nos cerca.

Segundo Kuhn (2006), “é muito mais antigo que o desenvolvimento científico”. É de fácil entendimento que todas as sociedades, nos quatro cantos do mundo, têm tido uma maneira, associada a um conjunto de mitos e histórias sagradas, de explicar o mundo que os cerca, onde existem grandes e poderosos onipresentes e onipotentes deuses que controlam o universo. Mas, cada é mito capaz de responder suas perguntas, resolver seus problemas e controlar suas ansiedades.

Apresentaremos breves comentários sobre a história da criação de algumas civilizações antigas, como: os babilônios, os maias, os egípcios, os indianos, os chineses e os gregos. Iremos dar créditos para feyerabend observando sua crítica em relação à atividade científica. Para ele, os homens da idade da pedra eram mais inteligentes que os homens da civilização tecnológica do século

XXI. Portanto, ao estudar sobre os mitos cosmogônicos, devemos observar que suas concepções de criação e modelo de mundo refletiam a realidade da época e eram verdades incontestáveis. Como descrevemos até o momento, as sociedades antigas procuravam entender e ter uma concepção mais racional e consciente do universo que os cerca. Por isso, criavam modelos de universo e os seus mitos de criação.

TEXTO 2: Mitos nas antigas comunidades

Para Gleiser (2012), os mitos que assumem a existência de um início são, sem dúvida, os mais comuns, eles evoluem um “Ser Positivo” com a função de criar tudo. Existem vários modelos de mitos de criação envolvendo um criador onipotente, onipresente e onisciente. Podemos encontrar um desses na bíblia hebraica “Gêneses”, traduzida em português por João Ferreira de Almeida.

*O Gênesis conta-nos os primórdios da história da salvação: na Mesopotâmia, Abraão é chamado por Deus a seguir um novo caminho de vida. Esse passo seria penhor de bênçãos para o mundo inteiro (Gn. 12, 1-3). O livro abrange apenas quatro gerações da família de Abraão. Á maneira de prefácio, a narração das origens do mundo e dos homens projeta a história da salvação num cenário universal e até cósmico. O gênese divide-se em duas partes distintas e desiguais: as origens (cc. 1-11) e as histórias dos Patriarcas (cc. 12-50). (SAGRADA, Bíblia. Traduzida em português por João Ferreira de Almeida. **Revista e atualizada no Brasil**, v. 2, p. 40, 1993.).*

O que nos interessa nesta pesquisa é saber a história das origens da criação do mundo como pode se perceber na figura 1 que mostra o momento em que o mundo foi criado. Então, “as origens” se tratam da criação do mundo (c. 1). De acordo com a bíblia sagrada,

¹ No princípio, Deus criou os céus e a terra. ² A terra era informe e vazia. As trevas cobriam o abismo, e o Espírito de Deus movia-se sobre a superfície das águas. ³ Deus disse: “Faça-se a luz”. E a luz foi feita. ⁴ Deus viu que a luz era boa e separou a luz das trevas. ⁵ Deus chamou a luz de dia e às trevas noite. Assim surgiu a tarde e, em seguida, a manhã: foi o primeiro dia.

⁶ Deus disse: “Haja o firmamento entre as águas para manter separadas uma das outras”. ⁷ Deus fez o firmamento e separou as águas que estavam sob o

firmamento. ⁸ E assim, aconteceu. Deus chamou céus o firmamento. Assim, surgiu a tarde e, em seguida, a manhã: foi o segundo dia.

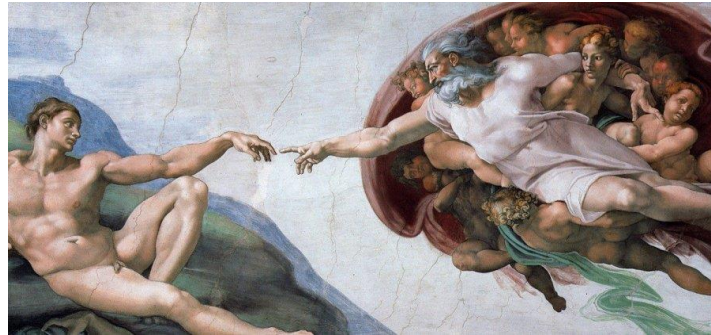


Figura 11.: Representação da criação do Universo “Mito da Criação”¹⁵
Fonte: fatos desconhecidos.

⁹ Deus disse: “Reúnem - se as águas que estão debaixo dos céus num único lugar, afim de aparecer a terra seca”. E aconteceu. ¹⁰ Deus, à parte sólida, chamou terra, e, mar, ao conjunto das águas; E Deus viu que isto era bom.

¹¹ Deus disse: “Que a terra produza verdura, erva com semente, árvores frutíferas que deem frutos sobre a terra, segundo as suas espécies e contendo semente”. E assim, aconteceu. [...] Foi o terceiro dia.

¹⁴ Deus disse: “Haja luzeiros no firmamento dos céus para diferenciarem o dia da noite e servirem de sinais, determinando estações, os dias e os anos; ¹⁵ Servirão, também de luzeiros no firmamento dos céus para iluminarem a terra”. E assim, aconteceu. ¹⁶ Deus fez dois grandes luzeiros: o maior para presidir ao dia, e o menor para presidir à noite: fez também estrelas. ¹⁷ Deus colocou-os no firmamento dos céus para iluminarem a terra, para presidirem ao dia e à noite, e para separarem a luz das trevas. [...] Foi o quarto dia.

[...] (SAGRADA, Bíblia. Traduzida em português por João Ferreira de Almeida. **Revista e atualizada no Brasil**, v. 2, p. 40, 1993).

¹⁵ Disponível em: <https://www.fatosdesconhecidos.com.br/7-mitos-da-criacao-mais-estranhos-espalhados-pelo-mundo/> Acesso em 23 de julho de 2019, às 5h19min.

E assim, o Deus criador “Ser Positivo” foi criando o universo, todos os serem animados e inanimados. Para Gleiser (2012), “Deus, o absoluto, exerce Seu infinito poder criativo através de palavras que dão existência ao Universo e ao seu conteúdo. O processo de criação se efetua por meio da separação entre os opostos: luz e trevas” (GLEISER, 2012)). De acordo com as concepções da “Igreja Católica”, temos que praticar o amor, a caridade e seguir as leis instituídas por “Ela”. Se desobedecermos essas regras perderemos a alma e como castigo, iremos para o inferno. Lá iremos queimar eternamente. Mas, se seguirmos todas as regras: ser bom, caridoso, servir à igreja iremos para o céu. Aqui, como recompensa, teremos tudo o que quisermos e estamos livres de todo o sofrimento.

Pode-se encontrar na América Central muitos mitos. Um desses mitos é o mito Maia. Pelos estudos realizados, a civilização maia surgiu na região da mesoamérica (sudeste do México, Belize, Guatemala, El Salvador e Honduras) por volta do século XVIII a.C. Tinha um sistema próprio de escrita e produzia livros (Códices) de papel de pele já no século III d.C. Tinham habilidades matemática, faziam observações astronômicas, belo calendário e praticava a arquitetura. Mas, grande parte das cidades maias foram abandonadas no final do século IX d.C. As poucas cidades restantes foram conquistadas e dominadas pelos espanhóis.

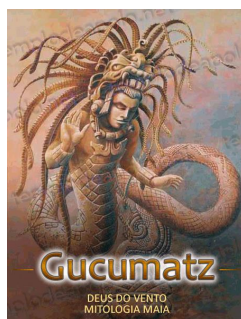


Figura 12: Imagem do deus do vento na mitologia maia (Serpente divina)¹⁶

Fonte: Domínios Fantásticos.

Os Maias desenvolveram sua astronomia, faziam observações dos corpos celestes (registravam o movimento do Sol, da Lua, de Júpiter, de Marte, na eclíptica da Via Láctea, etc.) e tinham a habilidade de prever, a olho nu, a posição desses objetos no céu durante os anos e até fazer previsões futuras. Não somente esta civilização, mas muitas outras. Descreveremos a seguir sobre os mitos de algumas comunidades antigas. Eles criaram os seus mitos, principalmente, para fins práticos, como: entender a natureza para saber as épocas certas de plantação, para fins religiosos

¹⁶ Disponível em: <http://www.dominiosfantasticos.com.br/id766.htm> - Acesso em: 23 de julho de 2019, às 5h23min.

e para satisfazer seus anseios psicológicos. Por isso, de acordo com o mito de criação maia, antes existiam, numa completa escuridão, os deuses Tepev e Gucumatz, deus do vento como podemos verificar na figura 2. Por isso, decidiram criar o mundo apenas com palavras e o pensamento. Para proteger a Terra e louvar os seus nomes resolveu criar os animais, os quais não sabiam falar e por isso não conseguiram louvar. Então, para poder louvá-los resolveu criar o homem que primeiramente foi de barro. Mas, o homem criado não tinha firmeza na carne, derretia na água e não podia louvar. Na segunda tentativa, o homem foi esculpido de madeira que eram sem alma e sem sangue e que se esqueceram de adorar Tepev e Gucumatz. Por isso, os deuses mandaram um dilúvio para destruir os homens de barro. Mas, alguns foram devorados pelos animais, outros fugiram para as matas e outros morreram. Os que fugiram para a floresta são chamados de macacos.

Por fim, os deuses resolveram criar o homem de pasta de milho que originaram seres perfeitos que louvavam os deuses Tepev e Gucumatz. Mas, devido a grande sabedoria desses homens resolveu torna-los cego. Então, só podemos enxergar coisas perto de nós e claro.

Os Maias tinham um modelo de mundo intrigante. Para eles existe o momento exato da criação, aurora do dia 13 de agosto de 3112 A.C., a Terra era plana com quatro cantos, cercada por um grande crocodilo, e era representado por uma grande árvore (Figura 3, Yaxché). No seu centro estava a Terra, seus ramos sustentam os céus, onde estão os deuses e as raízes vão até o submundo, lugar cheio de deuses malignos, doenças e espíritos maus.

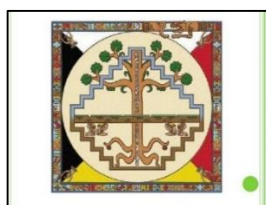


Figura 13: Yaxché (Representação do Universo maia)¹⁷

Fonte: Masdemx.com

O universo para os Maias tinha a característica cíclica que era criado e destruído várias vezes e Sol girava em torno da Terra plana: durante o dia o Sol passava pelos céus e a noite passava pelo submundo.

Outro povo foram os babilônicos que viveram na região da mesopotâmia, entre os rios Tigre e Eufrates, por volta do século XVIII a.C. Eles desenvolveram uma forma de escrita usando símbolos

¹⁷ Disponível em: <https://masdemx.com/2016/06/el-mito-azteca-de-los-trece-cielos-una-metafora-sobre-la-composicion-del-universo/> - Acesso em 23 de julho de 2019, às 5h37min.

cuneiformes registrando seus conhecimentos em blocos de argila, os quais existem até hoje. Sabiam marcar o tempo, eram bons na matemática (base 60: 60 minutos e minutos em 60 segundos) e na astronomia. Esses povos registravam observações astronômicas, sem interesse científico, e sem místico, observavam o movimento das estrelas e planetas, conheciam os movimentos realizados pelo Sol, da Lua e dos planetas visíveis a olho nu. Sabiam que a velocidade aparente do Sol não era constante, podiam prever as fases da Lua e os eclipses solares e lunares.

Os babilônicos são considerados os criadores da astrologia. Também, dividiram o zodíaco em doze partes, dando origem aos signos. De acordo com Martins (2012) e Moraes (2016), o mito babilônico é o mais antigo.

Segundo esse mito, no início, havia apenas uma água primordial, caos líquido. Depois, surgiram os deuses primordiais: APSU, deus da água doce, pai e Tiamat, deusa do mar, salgada, a mãe. O deus e a deusa nasceram brilhantes. Das águas primordiais foram surgindo outros deuses, seus filhos. Esses deuses, filhos, se tornaram perturbadores. Aí, numa atitude desesperadora, Apsu planeja matar todos os deuses que se tornaram perturbadores que são protegidos pela deusa da sabedoria, Ea. Ela decide matar Apsu, deus da água doce. Depois, Ea, deusa da sabedoria gera o mais importante dos deuses, Marduk. Tiamat, deusa do mar, para se vingar a morte de seu companheiro reúne um exército de Bestas e Feras, liderados por pelo seu novo marido, Kingu, o dragão, para se vingar. Tiamat é derrotada numa batalha épica por Marduk, o criador da Terra e do céu (feitos da carcaça de Tiamat) e dos homens (criados com o sangue de Tiamat).

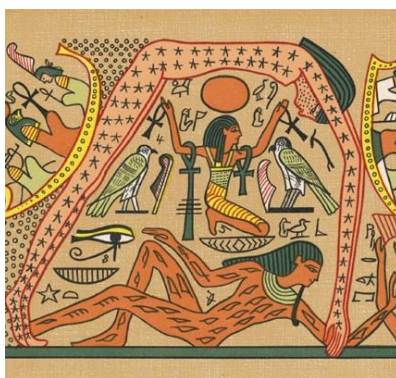


Figura 14: Mito egípcio da criação¹⁸

Fonte: criscionismo.com.br

Como se pode verificar na figura 14, para os babilônios, universo estava dividido em seis níveis que se resumem em três firmamentos e três terras: dois firmamentos acima do céu, o

¹⁸ Disponível em: <http://www.criacionismo.com.br/> - Acesso em 23 de julho de 2019, às 5h42min.

firmamento das estrelas, a terra, o submundo de APSU e o submundo dos mortos. Eles acreditavam que a Terra era plana e cercada pelos oceanos. Além de existirem montanhas intransponíveis que sustentava a abóboda celeste constituída de um metal forte e pesado. Um mar cósmico existia além das montanhas e ao norte um túnel que ligaria duas portas, oriente e ocidente, usadas para explicar o movimento aparente do Sol: o Sol surgia na porta oriental e surgia na ocidental, viajando noites.

Logicamente, o mito de criação foi muito importante para o povo babilônico, simbolizava o começo, o novo, dessa forma esses povos sempre repetiam esses fatos em forma de rituais para lembrar e homenagear os seus deuses criadores. Com isso, relembra a batalha épica entre Marduk e Tiamat. Para esses povos, o primeiro dia do ano simbolizava o primeiro dia da criação, conforme estudos feitos por Eliade (1979).

Pode-se encontrar no norte da África os antigos egípcios que devido sua localização criaram vários mitos para fins práticos. Eles não tinham uma astronomia bem desenvolvida. Sua cosmogonia tinha objetivos práticos como elaborar eficientemente o calendário, 365 dias, para prever a cheia do rio Nilo e para fins religiosos.

O mito egípcio mais interessante diz que tudo se originou de Nu, escuridão e caos, uma espécie de água primitiva, berço do deus Sol (Rã). Assim, cuspe seu filho deus do ar, Shu, e vomita sua filha deusa da umidade, Tefnut. Estes deram origem aos deuses Nut, deusa da noite e Geb, deus da Terra que tiveram dois casais Osiris, Íris, Seth e Néftis. Shu, deus do ar, sustenta no alto Nut que se transforma em céu e prende embaixo Geb veste de verde e sustenta em suas costas animais que povoam a Terra. E Rã viaja diariamente com seu barco pelo rio no topo da Terra. (KUHN, 2002). Os egípcios pensavam que a Terra fosse retangular, ia de norte a sul e tinha o rio Nilo como centro. O céu era o telhado do mundo e as estrelas eram suspensas por um cabo forte. Já o movimento aparente do Sol, imaginava-se que ele viajava diariamente em seu barco pelo rio Nilo.



Figura 15: Uma representação do Universo do século XVII¹⁹

Fonte: Scielo.br

¹⁹ Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142006000300022 – Acesso em 23 de julho de 2019, às 5h46min.

Na Índia pode-se encontrar uma forma de conceber o universo toda singular. A cosmogonia Hindu, indiana, é respeitável na parte observacional e teórica. Suas histórias são encontradas no livro sagrado hindu Rig Veda que data de 3110 A.C. Já em 476 d.C. o astrônomo Aryablata desenvolvera um modelo de universo com base no modelo de Ptolomeu, em sua descrição de universo usou epiciclos que não tinham tamanhos fixos, a rotação do céu noturno e do Sol era resultado da rotação da Terra, Além de outros méritos.

Isto pode ser percebido na figura 15 onde mostra um cientista primordial tentando descobrir a mecânica do Universo, representada como modelo do século XVII.

O mito da criação Hindu é encontrado no livro sagrado Rig Veda e descrito pelos seus cantos: coleção de hinos sobre mitos, rituais e lições. Segundo esse mito, não tem início o universo, pois é criado, destruído e recriado num ciclo eterno por uma Trindade composta por Brahma, Vishnu e Shiva, deusa da criação (figura 16). Uma Flor de Lótus brota no umbigo de Vishnu que mantém a Terra e Brahma, cria o universo, aparece sobre uma Flor de Lótus. Mas, o Universo é destruído ao final de cada Kalpa que representa um dia de Brahma, o qual recria novamente o Universo. Brahma é casado com Sarasvati que concebem Manu que é o progenitor do homem.



Figura 16: Shiva, deusa da criação hindu²⁰

Fonte: grande fraternidadebranca.com.br

De acordo com esse modelo, o universo é dividido em três partes: superior destinadas aos deuses, a intermediária, a Terra e a inferior, a região infernal. A Terra, denominada Monte Meru, faz a ligação com as outras duas regiões. No seu topo estava um triângulo, símbolo da criação, e as estrelas giravam em torno da Terra que era transportada junto com as regiões infernais por uma tartaruga, símbolo da força e poder criativo que por sua vez repousa sobre uma serpente, emblema da eternidade.

²⁰ Disponível em: <http://www.grandefraternidadebranca.com.br/shiva.htm> – Acesso em 23 de julho de 2019, às 5h53min.

A astronomia chinesa era bem avançada para a época. Suas observações datam do século IX A.C. Já observavam os eclipses solares, diferenciavam estrelas de planetas e explosões de supernovas vista por eles em 1054 a.C. dando origem à nebulosa do Caranguejo. (KANTOR, 2012).



Figura 17: Pan-ku, ser primordial²¹

Fonte: Blogspot.com

De acordo com a cosmogonia chinesa, no início existia apenas um negro e enorme ovo cósmico no qual estava Pan-Ku (ser primordial, figura 17). No início era um caos, era a completa desordem, onde tudo estava misturado, luz e trevas, masculino e feminino, envolvido por YIN (escuro) & Yang (claro). Surge Pan-Ku, quebra o ovo cósmico com um machado separando o Yang (claro) e YIN (escuro) os quais formam a Terra. Pan-Ku morre depois de muitos anos então o seu corpo tornou-se montanha, seu sangue, tornou-se os rios, o seu crânio, tornou-se o topo de céu, o seus cabelos, tornaram-se as vegetações, a sua respiração, tornou-se vento, seus braços e pernas, tornaram-se as quatro direções, a sua voz, tornou-se o trovão, seus olhos, tornaram-se o Sol e a Lua e os seus ossos tornaram-se os minerais.



Figura 18. Imagem de deuses gregos²²

Fonte: pt.quizur.com/quis

²¹ Disponível em: <http://mitographos.blogspot.com/2010/01/pan-ku.html> – Acesso em 23 de julho de 2019, às 5h57min.

²² Disponível em: <https://pt.quizur.com/quiz/com-qual-deus-ou-deusa-grega-voce-se-parece-3rKz> – Acesso em 23 de julho de 2019, às 6h02min.

O modelo de universo dos chineses não tem muitas riquezas de detalhes. Para eles, um tipo de vento ou vapor sustenta todos os objetos celestes e que um arrasto viscoso gerado pela Terra fazia o Sol e a Lua se mover no sentido contrário.

Também, dividiam o céu em nove partes e cada parte tinha uma porta que era guardada por animais. No último nível moraria o Imperador do Céu. Hoje conhecemos como Ursa Maior.

Como berço da ciência e do pensamento racional, a Grécia, também abrigou seus mitos, deuses (retratado na figura 18) e lendas, fonte de inspiração dos ensinamentos gregos. (SKOLIMOSKI, 2014).

A mitologia grega é trazido à luz na fascinante obra de Hesíodo, “A teogonia” que fora escrita em versos, linguagem poética que possibilitava ao homem comum conhecer fatos e acontecimentos de um mundo não acessível a eles. No início existia apenas caos que precedia aos deuses. E desse caos nasce Gáia (Terra), Tártaro (submundo), Eros (amor), Erubus (masculino) e Nyx (noite) que são os descendentes do caos. A partir daí Gáia gera, sozinha, Urano (céu), Pontos (mar) e Oreas (montanhas). Juntos, Nyx e Eros geram vários filhos: Éter (ar), Hemera (dia) e Tânatos (morte). A partir de então, tudo foi sendo criado.

Gáia casa-se com Urano tendo vários filhos: Hecatonquiros, Ciclopes, Titânidas e Titãs, dos quais Crono (um dos Titãs) é o mais importante que castiga seu pai, derrotando, conquistando a liderança. Crono se casa com Rheia gerando, assim, vários deuses (Zeus, Hades e Poseidon). Mas, por medo de seus filhos fazer o mesmo que fizera com o seu pai, devorava cada um após o nascimento. Com medo de perder mais um filho, Rheia, não o entrega ao pai e no lugar dá-lhe uma pedra. Zeus, o deus mais importante da mitologia grega, derrota seu pai, Crono e tira de sua barriga seus irmãos (Hades e Poseidon) que depois travam uma batalha com os Titãs, derrotando-os. Com isso, Zeus divide o poder com seus irmãos. Hades ganha o capacete da invencibilidade e o governo de Tártaro, Poseidon ganha um tridente e o governo do mar e Zeus ganha como arma o raio e se torna senhor de todos os deuses.

O humanos, como sempre os últimos, são criados por Prometeu que usa argila para realizar sua criação contando com a deusa Atenas para dar-lhes vida. Também, Prometeu ensina coisas do mundo para os homens e deu o fogo de Zeus para que eles pudessem se desenvolver. O modelo de universo dos gregos se resume com o Tártaro que sustentava Gáia envolta por Éter e circundada pelo Pontos. Apolo com sua carruagem puxada por cavalos levava o Sol movimentando-o pelo firmamento. Existiam terremotos que eram causados por Poseidon e seu tridente. Os mitos cosmogônicos apresentados sinteticamente possuem em comum algumas características como: 1) a existência da escuridão e do caos inicial (Mito Maia, Egípcio, Chinês e Grego), 2) a existência de

um tipo de água primordial (Mito, Egípcio, Hindu e Babilônico); 3) a criação do universo a partir do corpo de um deus (Mito Egípcio, Chinês e Babilônico), entre outras semelhanças. O caos inicial, escuridão pode ser pelo fato de ser algo desconhecido. A existência de um tipo de água primordial se explica pela sua importância biológica e fundamental à vida, limpeza, purificação e fonte de alimentação. Pode ser, também, que houve contato entre as civilizações em algum momento do passado, ou origem comum e talvez memória coletiva. Pode, também, a fidedignidade dos livros sagrados, apenas coincidência ou fenômenos instintivos naturais. Mas, são apenas especulações, não se pode ter certeza da fidedignidade dos fatos. Não apenas conjecturas, especulações e hipóteses sem argumentos.

APÊNDICE F – Modelos de Universo modernos

TEXTO 1: Geocentrismo.

No século V a.C os gregos Demócrito e Leucipo imaginavam um espaço vazio, infinito, composto por muitas partículas indivisíveis. Nesse universo a Terra não estava em repouso e não se encontrava no centro do universo, pois cada local do espaço era considerado igual a muitos outros e as suas partículas constituintes eram propícias a agregação de múltiplas e diferentes formas, formando estruturas semelhantes às do Sol e da própria Terra. Também nessa época Heráclides de Ponto, sugeria que o movimento aparente para leste das estrelas se devia, não à rotação da esfera de estrelas, mas sim a uma rotação diária da Terra Central. Por conseguinte, já no século III a.C. Aristarco de Samos cria uma teoria semelhante à de Copérnico colocando o Sol no centro de uma esfera de estrelas, ao redor da qual se movia a Terra.

Mesmo que considera-se essas teorias bastante semelhantes com as hoje sabemos que elas não tiveram sucesso à época. Mas porque estas teorias não foram apoiadas pelos argumentos que, na atualidade, são aceitos, e sim contestadas por todo o tipo de observações feitas no céu?

TEXTO 2: O Universo das duas esferas aristotélico-ptolomaico

Durante todo o período que se estendeu desde seu aparecimento, no século IV a.C., até o século XVI d.C., a física e a cosmologia de Aristóteles permaneceram como os únicos pensamentos sistemáticos formulados a respeito dos fenômenos físicos e da estrutura do Universo. No entanto, diferentemente da forma quantitativa, expressa por relações matemáticas, que a física moderna adquiriu a partir da Revolução Científica do século XVI, a ciência de Aristóteles possuía um caráter puramente qualitativa. Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.) nasceu em Estagira próxima a Macedônia.

Ele ficou órfão de pai e mãe ainda na infância. Aos dezoito anos ingressa à academia de Platão, onde permanece durante 20 anos de sua vida. Assim, inicia sua vida de pensador. Nessa época prevalecia as ideias de Platão que dividira o universo em dois mundos: o das ideias e dos sentidos. Para ele a observação e a experimentação seriam enganosas e irrelevantes ao homem porque não seria capaz de conhecer a verdadeira realidade.

Também, existia o pensamento de Demócrito (460 a.C. – 360 a.C.) concebia a existência de átomos e vácuo. Ideia não compartilhada por Aristóteles que acreditava a existência apenas de quatro elementos fundamentais formando todas as coisas: água, fogo, ar e terra. Além do éter formando os corpos supralunares.

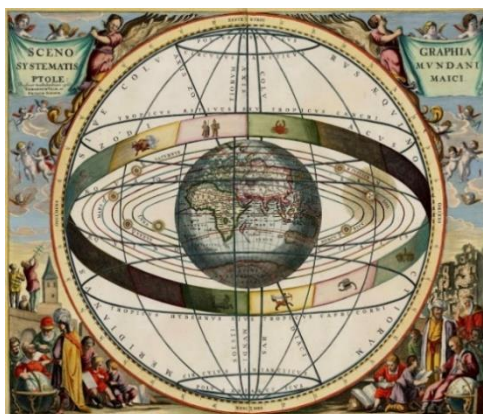


Figura 19: Modelo geocêntrico de Ptolomeu²³

Fonte: Verdadeurgente.com.br

Com isso, percebemos duas fases em sua vida. Uma anterior à Platão, na qual mostrou-se influenciado acreditando na imortalidade da alma e a divindade dos corpos celestes, a outra, é notável uma maior independência em relação aos pensamentos de Platão. Abandona as ideias de seu mestre, Platão, funda o Liceu, sua escola em Atenas, onde podia contar com um museu com muitas espécies e uma biblioteca. A ciência aristotélica era perfeitamente integrada ao seu sistema filosófico.

Assim, como para Aristóteles a ideia do vácuo, da existência do nada, era contraditória em si, para ele o Universo era completamente preenchido por matéria. Por outro lado, uma vez que a sua filosofia também rejeitava como absoluta a existência de uma extensão material infinita, sua

²³ Disponível em: <http://www.verdadeurgente.com.br/2019/07/terra-plana-e-geocentrismo.html> – Acesso em 23 de julho de 2019, às 6h05min.

cosmologia caracterizava-se por um Universo finito. Nesse Universo finito era possível identificar um centro estático, onde Aristóteles posicionou a Terra.

A concepção aristotélica do Cosmo era profundamente impregnada da noção de ordem. Seu Universo formava um todo, onde cada constituinte possuía seu lugar próprio, estabelecido conforme sua natureza: o elemento terra, mais pesado, posicionava-se no centro desse Universo, enquanto os elementos mais leves, água, ar e fogo, iam formando camadas concêntricas em torno.

Assim, segundo a física aristotélica, os corpos, deixados por si, ou seja, na ausência de forças aplicadas sobre eles, realizariam espontaneamente movimentos buscando retornar às posições que lhes são apropriadas: Os elementos mais pesados, a terra e a água, movendo-se em direção ao centro do Universo, enquanto os mais leves, o ar e o fogo, movendo-se para cima, afastando-se do centro. A queda dos corpos sólidos abandonados no ar encontrava sua explicação na naturalidade deste movimento em direção ao centro do Universo. Outro aspecto fundamental da filosofia aristotélica era sua distinção radical entre o mundo terrestre, sublunar, e o celeste, supralunar.

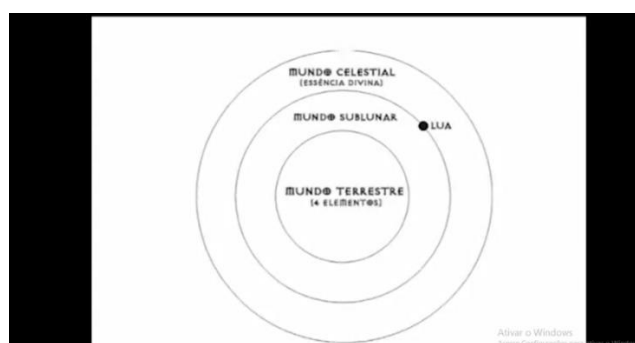


Figura 20: Universo das duas esferas de Aristóteles: Sublunar e Supralunar.²⁴

Fonte: Sites.google.com/site/

A Terra, domínio da matéria sujeita a toda espécie de mudanças e transformações, opunham-se os corpos celestes, imutáveis, esferas perfeitas, formadas, não como a matéria terrestre, dos quatro elementos mencionados, terra, água, fogo e ar, mas de um outro elemento, incorruptível, denominado éter ou quintessência. A esses corpos imutáveis eram concebidos apenas movimentos circulares naturais em torno da Terra, imóvel, no centro do universo.

Essa consideração de que a natureza dos corpos celestes era imutável assentava-se na experiências humanas; afinal, em todos os tempos, os homens haviam visto o céu da mesma forma. Por conseguinte, a experiência parecia induzir a que se concluísse que o céu não era possível de

²⁴ Disponível em: <https://sites.google.com/site/physihistorysciences/astronomia/aristoteles?tmpl> – Acesso feito em 23 de julho de 2019, às 6h12min.

transformações, a não ser o simples deslocamento físico de seus astros. A ele não se aplicavam as ideias aristotélicas de geração e corrupção; não fora criado, como ocorre com as coisas terrestres, nem tão pouco deixaria de existir

Aristóteles concebia que a Terra era esférica. Segundo ele, tal esfericidade poderia ser percebida nas sombras da Terra projetadas nos eclipses lunares, quando os barcos se afastavam do continente eles sumiam no horizontes de maneira que pareciam adentrarem aos mar e, também, devido existirem estrelas que eram visíveis no hemisfério sul não serem as mesmas no hemisfério norte. Daí, surgiu a ideia da possibilidade do homem circunavegar a Terra devido sua esfericidade.

Aristóteles mantinha a crença de que os corpos celestes estavam presos a esferas cristalinas centradas na Terra, que, ao girarem, arrastavam-nos, em sentido contrário ao movimento, fazendo com que descrevessem movimentos circulares. Para Aristóteles, quando criados, o primeiro motor foi responsável para colocar os céus em perfeito e perpétuo movimento, o Sol, a Lua, os planetas e as estrelas fixadas no interior de oito esferas cristalinas girando em volta da Terra em seu centro. Ele atribuía o movimento das esferas celestes a Inteligências, hierarquicamente inferiores a uma Primeira e Suprema Inteligência.

Entretanto, a acumulação de dados relativos aos movimentos dos corpos celestes pelos astrônomos gregos obrigou à construção de modelos astronômicos cada vez mais elaborados, com a inclusão de novas esferas celestes (cinquenta e seis esferas motoras), cujos movimentos se compunham. O resultado dessa composição faziam com que os movimentos dos corpos celestes se tornavam cada vez mais complexos.

Além disso, esses novos dados mostravam variações na intensidade do brilho dos planetas ao longo do ano indicando que, ou suas distâncias à Terra variariam com o tempo, derrubando a tese de que descreveriam trajetórias circulares centradas em nosso planeta, ou então suas luminosidades realmente variariam ao longo do tempo, o que se confrontava com a crença na imutabilidade celeste.

TEXTO 3: Como resolver esses problemas?

No século II d.C. Ptolomeu construiu um modelo astronômico geocêntrico, compatível com os dados experimentais disponíveis então, em que adotava uma série de hipóteses a respeito do movimento dos planetas, admitindo para cada planeta a composição de um movimento de revolução (epiciclo) em torno de um certo ponto, que por sua vez, descrevia uma trajetória circular (deferente) em torno de um outro centro. Ptolomeu admitiu ainda que a Terra não se situava no centro do círculo deferente dos planetas. Em que pese a crescente complexidade adotada pela descrição do Universo ptolomaico e a flexibilização de algumas teses centrais do pensamento cosmológico aristotélico,

como por exemplo, a ideia de que as esferas a que pertenciam os planetas eram todas centradas na Terra, o modelo de Ptolomeu obteve uma enorme aceitação pelo sucesso na explicação dos dados disponíveis. Seu modelo colocou ordem na concepção sobre o universo aristotélico, elaborou matematicamente o modelo geocêntrico que possibilitou prever as posições dos astros com precisão e apesar de algumas discrepâncias, o modelo de Ptolomeu explicava de forma muito boa as observações realizadas, sendo aceito por vários séculos.

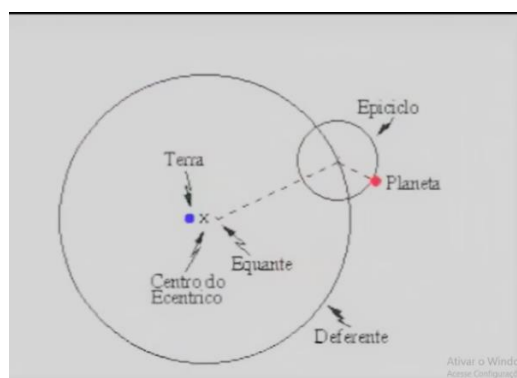


Figura 21: Modelo geocêntrico proposto por Ptolomeu.²⁵

Fonte: if.ufrgs.br/fis02001

O modelo geocêntrico de Ptolomeu foi iniciado por Apolônio de Perga (261 – 196 a.c.), desenvolvido por Hiparco e aperfeiçoado por ele. Para isso, usou círculos no lugar de esferas e introduziu vários dispositivos. Apesar de ter feito uso de vários esquemas manteve o movimento circular. Usou dois movimentos principais nos céus (noção aristotélica), o primeiro carregava toda a esfera celeste contendo as estrelas, o Sol, a Lua e os planetas em torno do observador uma vez por dia e o segundo era o responsável pelo movimento do Sol, da Lua e dos planetas relativos às estrelas fixas. Além desses havia movimentos secundários responsáveis pela precessão dos equinócios e pelas mudanças anômalas na velocidade do Sol e nas velocidades e sentidos dos planetas. Havia o movimento produzido pela rotação da esfera celeste, diurno, com frequência de 366,25 revoluções/ano e a precessão, 36 000 anos.

Segundo Ptolomeu, o Sol move-se levado em torno da Terra diariamente na rotação diurna da esfera celeste e depois, girava no sentido horário em relação a um observador na Terra em torno de um eixo que passa pela eclíptica com revolução e velocidade não constante. Tal anomalia Ptolomeu deslocou o centro do movimento circular do Sol do centro da Terra para fora do centro

²⁵ Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aula_copernico.htm - Acesso realizado às 7h23min. no dia 23 de julho de 2019.

(excêntrico). Com isso, hora o Sol passa perto, hora longe da Terra. Além disso, Ptolomeu explicou o movimento retrógrado dos planetas usando dois círculos (deferente e epiciclo). Assim, o planeta move-se ao longo do epiciclo com velocidade angular constante que tem centro sobre a circunferência do deferente, ambos no mesmo sentido.

Ptolomeu usou o conhecimento de seus antecessores para ordenar os planetas, através da qual as posições planetárias dependiam das velocidades angulares relativas às estrelas fixas: Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno. Tal modelo foi capaz de fazer previsões de posições planetárias futuras com grande precisão. O modelo desenvolvido por Ptolomeu funcionou muito bem pelo paradigma da época. Logicamente, apesar de algumas anomalias, ele foi usado e aceito durante muitos séculos.

APÊNDICE G – Modelo de Universo moderno

TEXTO 1: Heliocentrismo

A Europa passava por grandes mudanças por volta do século XV que refletiam em geral em toda a sociedade. Vários pensadores e estudiosos foram influenciados pela Reforma Protestante e pelo Renascimento. Um deles é Nicolau Copérnico. Tudo indica que Copérnico se simpatizara pelas correntes renascentistas, principalmente pelo neoplatonismo, consequência de ideias de seus professores.

Exemplificando, afirmavam que através da matemática se poderia chegar à natureza essencial de Deus e para eles a divindade fecunda era representada pelo Sol, e este deveria estar no meio de todos os assentos.

A atitude de se retirar a Terra do centro de tudo fez com que alguns estudiosos chegassem a conclusões que divergiam das ideias defendidas pelos religiosos. Para eles o homem como criatura divina deveria estar no centro de tudo, assim como a Terra. Mas, esta não era a preocupação de Copérnico e sim as críticas devido as deficiências de percepção sensorial de sua teoria. Por isso, parte de sua obra foi alterada para se adequar às Sagradas Escrituras pelo então teólogo luterano Andreas Osiander (1498-1522). Ele participou da edição do livro de Copérnico e inseriu um prefácio falso e anônimo onde sugeria usar o sistema matemático do livro sem defender o movimento físico da Terra. Mas, ainda havia algumas anomalias para serem resolvidas.

TEXTO 2. Nova astronomia

O conhecimento construído através do tempo, quase sempre é usado como pressuposto para o surgimento de novos conhecimentos.

Quando Nicolau Copérnico propôs a teoria heliocêntrica, ele a propôs utilizando conceitos e princípios já utilizados por outros que o antecederam.



Figura 22: Documentário sobre o heliocentrismo.²⁶

Fonte: youtube.com

O modelo heliocêntrico de Copérnico se baseou quase que totalmente utilizando os princípios utilizados na teoria geocêntrica de Aristóteles. Ele se baseou nos epiciclos e excêntricos já existentes. Apenas tirou a Terra do centro do Universo colocando o Sol. Mas, foram graças a Brahe, Galileu e Kepler (vide figura 22) que a sua revolução foi consolidada.

Segundo Thomas Kuhn (2006), com o tempo vão surgindo anomalias nos paradigmas e ao serem acumulados podem levar às Revoluções Científicas. Assim, às vezes os astrônomos vão acrescentando explicações “ad hoc”, mas, com o tempo essa prática pode ficar insustentável, levando a substituição do modelo vigente, surgindo as crises.

Assim, conforme concebe Pires (2008) em seu livro Evolução das ideias da Física, "os astrônomos fizeram apenas remendos para corrigir as discrepâncias: acrescentaram um epiciclo aqui, mudaram um parâmetro ali, deslocavam um excêntrico de lugar e assim, o que antes era um sistema harmônico, se tornou uma monstruosidade”.

Muitos historiadores não compartilham da ideia de que havia uma crise na Astronomia. O modelo de universo de Ptolomeu explicava muito bem todos os fenômenos, além de ser muito bem aceito pela maioria dos estudiosos e astrônomos. Bem diferente do modelo desenvolvido por Copérnico. Este apenas explicava os fenômenos de forma mais elegante. Logicamente, com a utilização do telescópio, anos mais tarde, os astrônomos tinham provas visuais para testar suas hipóteses e confrontá-las com as concepções existentes e explicadas pelo modelo de Aristóteles.

²⁶ Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=z8ZzCS_tUuc – Acesso realizado em 23 de julho de 2019, às 7h25min. Vídeo com duração de 4min28s.

Para Kuhn (2006) já havia uma desconfiança nas explicações dadas pelo modelo de universo de Aristóteles. Copérnico apenas explicava os fenômenos existentes com argumentos aplausíveis e corroborados, mais tarde, pela observação.



Figura 23: Modelo heliocêntrico proposto por Copérnico.²⁷

Fonte: mundoeducacao.bol.uol.com.br

A verdadeira “Revolução” veio emergindo através das explicações racionais dadas através da observação dos fenômenos como as manchas solares, as crateras lunares, as luas de Júpiter, etc. Assim, os novos pensadores são os que foram dando corpo a “Nova Astronomia” e a “Nova Física”. Começou com Copérnico, foi observada e mostrada por Galileu, teorizada com as três Leis de Kepler (Órbitas, Áreas e Períodos) e com as Três Lei de Newton e sua Lei da Gravitação Universal. Os modelos de universo (VIDE FIGURA 23) sempre foram propostos, mas para serem aceitos é preciso que as hipóteses sejam provadas e corroboradas pela comunidade científica da época. Além de realizar e explicar os fenômenos de forma bem simples. E sabemos que muitos já propuseram os modelos geocêntricos e heliocêntrico. Mas, não estavam ainda bem embasados e explicados.

TEXTO 3: Nova astronomia de Copérnico

Seria difícil acreditar que um garoto tímido, débil, religioso e estudioso que perdera o pai tão jovem que nascera em 1473 em Torum na Prússia Oriental, atual Polônia, e aos dez anos de idade, em 1483, órfão de pai, fosse se tornar um ilustre astrônomo e provocar uma “Revolução” na Astronomia. Estudou até aos dezoito anos na Universidade da Cracóvia onde ficou interessado pela astronomia e matemática. Depois, de deixar a Universidade em 1494, retornou a Torum, sem se graduar, dois anos mais tarde fez-se cônego de Frauenburg sem receber as ordens sagradas. Mas,

²⁷ Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/nicolau-copernico-sol-como-centro-tudo.htm> - Acesso realizado no dia 23 de julho de 2019, às 7h32min.

formou-se em leis canônicas, em Bolonha, para desempenhar trabalhos administrativos na igreja. Depois, de alguns anos, obteve o título de doutor em leis canônicas. Tempos depois, formou-se em medicina e jurista com grande conhecimento em grego, Matemática e Astronomia. Na Polônia, Copérnico deu sequência as observações astronômicas iniciadas na Itália. Ele, devido sua boa reputação, foi convidado por alguns astrônomos a participar na reforma do calendário, o qual se esquivou devido a falta de informações sobre o movimento do Sol e da Lua. Já no início do século XVI apresentou um pequeno comentário (Commentariolus) de seu modelo. Mas, mesmo pouco conhecido, o seu trabalho foi aprovado pelo papa Clemente VII e foi solicitado para se tornar público por parte do cardeal Schonberg. Com isso, depois de ser estudando os detalhes mais importantes do sistema planetário, pelo professor de Matemática em 1540, Jorge Joaquim, e com a autorização de Copérnico, seu trabalho “Sobre as Revoluções das Esferas Celestes” enfim foi publicado.

A publicação dos trabalhos desenvolvidos por Copérnico, por motivos de saúde, ficou a cargo de André Osiander que era teólogo, astrônomo e admirador de Copérnico. Ele escreveu um prefácio anônimo dedicado ao Papa Paulo III onde afirmava que os trabalhos realizados por Copérnico não representava a realidade, mas uma forma simples e útil para calcular as posições dos vários astros celestes. Logicamente, talvez, a mudança foi devido ao medo de consequências mais sérias, mas com certeza esta não era a concepção de Copérnico. Mas, muito doente, conheceu o primeiro exemplar impresso e veio a falecer no dia 24 de maio de 1543.

Nesta dada considera-se que começou a ciência moderna. Em si, a obra de Copérnico não deixou de ser de longe semelhante a todos os trabalhos ofertados pelos astrônomos seguidores de Ptolomeu, enquanto que as obras seguintes, por astrônomos que leram e se baseavam na atividade de Copérnico, foram inovadoras e sérias nos aspectos essenciais que caracterizaram a Revolução Copernicana. Por isso dizemos que a repercussão de sua obra não ocorreu imediatamente. Pelo contrário, encontrou reservas entre pensadores e estudiosos como o filósofo Francis Bacon e o astrônomo Tycho Brahe. Teve por outro lado, grandes adeptos como Giordano Bruno, Johannes Kepler e Galileu Galilei, personagens que muito contribuíram para toda a revolução do pensamento crítico.

TEXTO 4: O sistema planetário copernicano

O modelo desenvolvido por Nicolau Copérnico teve os seus motivos, os quais foram descritos em seu trabalho “Commentariolus”. Primeiramente, teve o desejo de tirar a ideia de “igualante” do modelo de Ptolomeu. Isto porque de acordo com as observações, os planetas não se moviam descrevendo círculos perfeitos e suas velocidade não eram constantes. Reforçado pela ideia dos

antigos filósofos (Cícero, Filolao, Heraclides, etc.) da movimentação terrestre Nicolau Copérnico organizou os seus trabalhos, quase uma reescrita do Almagesto, utilizando a mesma organização usada por Claudio Ptolomeu, seu grande inspirador dividindo-o em seis livros.

O primeiro é o resumo da teoria e dois capítulos dedicados à trigonometria; O segundo organizou os princípios matemáticos da Astronomia; O terceiro cuida dos movimentos da Terra; O quarto com os movimentos da Lua; O quinto e o sexto com o movimento dos planetas. O sistema planetário de Copérnico tinha no centro o Sol fixo e imóvel. Os planetas (Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturnos) moviam em círculos em torno dele. A Lua girava em torno da Terra que gira em torno do seu próprio eixo em períodos de 23 horas e 56 minutos e sua rotação forma um ângulo de $23^{\circ} \frac{1}{2}$ entre a eclíptica com o equador celeste. Já os planetas se encontram a certa distância do Sol. Eles realizam movimentos de rotação e translação. Nos movimentos de translação uns são mais rápidos do que outros. Assim, quanto mais distante eles se encontrarem do Sol, maior é o período de translação. Além de calcular as distâncias dos planetas, Copérnico colocou-os em ordem.

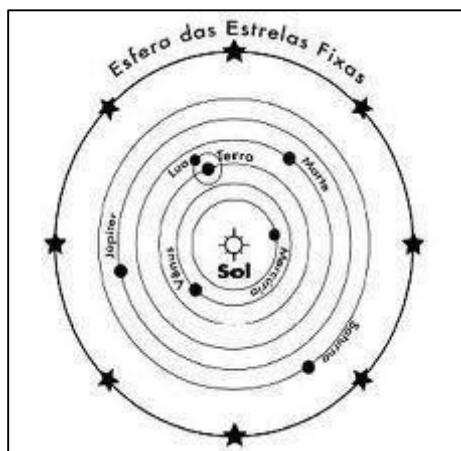


Figura 24: Modelo de Universo de Copérnico.²⁸

Fonte: ebah.com.br/contente

Com a hipótese heliocêntrica (VIDE FIGURA 24), Copérnico atribuiu um modelo capaz de calcular e explicar com precisão resultados astronômicos, de uma forma mais simples do que aquela empregada pelo modelo ptolomaico. Vários problemas particulares que desafiavam a interpretação baseada no modelo de Ptolomeu, cujas soluções contribuíram para seu grau crescente de artificialidade e obscuridade, foram mais naturalmente explicados por Copérnico.

²⁸ Disponível em: <https://www.ebah.com.br/content/ABAAAfOnkAK/copernico-kepler-galileu> – Acesso feito em 23 de julho de 2019, às 6h27min.

Por exemplo: as irregularidades observadas nos movimentos planetários eram agora atribuídas ao fato esses movimentos estarem sendo observados do ponto de vista da Terra, ela própria em movimento. Ao contrário, do ponto de vista de alguém que estivesse em repouso em relação ao Sol, a simplicidade circular dos movimentos planetários estaria preservada. Sua teoria heliocêntrica ainda estava fundamentada em critérios de valor. Segundo o seu ponto de vista, parecia ser irracional mover um corpo tão grande como o Sol, em vez de outro tão pequeno como a Terra. Além disso, Copérnico atribuía ao Sol, fonte de luz e de vida, uma condição superior em nobreza. Portanto, ele seria mais merecedor do estado de repouso, sinônimo de estabilidade, do que a Terra, que assim permaneceria em constante movimento. Ao colocar a Terra como um planeta comum, Copérnico rompeu a separação essencial entre a Terra e o Céu, presente no pensamento de Aristóteles.

Como pode ser visto o modelo heliocêntrico provocou uma revolução não somente na astronomia, mas também um impacto cultural com reflexos filosóficos e religiosos. O modelo aristotélico havia sido incorporado de tal forma no pensamento, que tirar o homem do centro do universo acabou se revelando uma experiência traumática. Por fim, o modelo heliocêntrico de Copérnico afirmou-se como o correto. Mas por que o modelo de Aristarco de Samos não sobreviveu, cerca de 2.000 anos antes, se afinal também estava certo? Basicamente porque, para fins práticos, não fazia muita diferença quando comparado com o modelo geocêntrico.

As medidas não eram muito precisas e tanto uma teoria quanto a outra davam respostas satisfatórias. Nesse caso, o modelo geocêntrico parecia mais de acordo com a prática do dia-a-dia; além disso, era um modelo homocêntrico, o que estava em acordo com o demandado por escolas filosóficas e teológicas. O modelo cosmológico de Aristóteles e Ptolomeu prevaleceu durante quase quatorze séculos. O pensamento medieval ocidental, de natureza cristã, adotou sua estrutura, porém transformando o Universo de eterno em criado pela Vontade Divina. Contudo, o próprio processo que levou ao apogeu desse pensamento medieval trouxe dentro de si os elementos de sua própria contestação. Diante de tudo isso consideramos que ao passar a história da ciência através de episódios da ciência aos alunos devemos mostrar como é a sua natureza. Mostrar que a passagem do modelo geocêntrico para o heliocêntrico foi uma mudança de paradigma, uma revolução científica.

TEXTO 5: Universo infinito de Giordano Bruno

Grande pensador italiano, Filippo Bruno (1548–1600), século XVI, nasceu em Nola (Nápole), adotou o nome Giordano Bruno quando entrou para a ordem dominicana. Muito polêmico, gostava

de ler livros proibidos pela igreja lançou dúvidas sobre a “Santíssima Trindade” e foi excomungado pela igreja e caçado pela inquisição. Sendo preso pelo Santo Ofício, declarado herético e tempos depois foi queimado vivo, nu e com a língua presa numa morsa de madeira.

Bruno produzir muito. Em 1584 publica duas belas obras: Cena de le ceneri, onde defende a tese da teoria heliocêntrica de Nicolau Copérnico. Também, no texto “Sobre o infinito, o universo e os mundos, defende a ideia de um universo infinito contendo muitos mundos. O interessante que Giordano Bruno defende ideias muito avançadas para a época.

Além de ir contra ao modelo cosmológico vigente, geocentrismo aristotélico-ptolomaico. Bruno faz uma crítica ao geocentrismo apoiando-se em Copérnico para realizar um debate com Aristóteles e os aristotélicos.

Na época de Bruno o modelo defendido e aceito era o aristotélico-ptolomaico, geocentrismo. Aqui a Terra estava no centro do universo e imóvel dividida em duas partes: Sublunar e supralunar. Na primeira o movimento é o retilíneo para cima a partir da Terra e para baixo, a partir do seu centro. Na região lunar ou celeste o movimento era eterno e circular que é perfeito sem início e fim em volta da Terra. Neste modelo existem oito esferas onde os planetas realizam os seus movimentos. As estrelas se encontram na oitava esfera, fixas no firmamento, sem movimento algum.

Assim, o universo é um mundo finito conhecendo-se todos os seus elementos e movimentos. Portanto, era um mundo finito, fechado, esférico formado por esferas cristalinas concêntricas e girando eternamente em torno de uma Terra imóvel.

O modelo de Copérnico, heliocêntrico, é mais dinâmico que o aristotélico-ptolomaico. Nele o Sol, o astro rei, é circundado pelos planetas. Mas, mesmo defendendo o modelo copernicano, Bruno tem algumas restrições e ainda acrescenta novas ideias. Para ele, Copérnico utiliza muitos dados do universo aristotélico-ptolomaico: universo finito, fechado, Sol girando em volta da Terra, os epiciclos e as esferas concêntricas, etc.

Mas Bruno estava envolvido é com os dilemas entre teologia e filosofia. Uma cisão dolorida que iria custar caro para Bruno.

Nessa época Bruno estava a questionar sobre o papel da igreja, em sua “Sagrada Escritura” diante do mundo que era lidar com coisas do céu (divino), moral e não elementos da natureza, região sublunar, impura, imperfeita e lugar dos movimento retilíneos. Para Bruno, no quarto diálogo da Cena, nos diz “os livros divinos a serviço do nosso intelecto, não tratam de demonstrações e especulações sobre as coisas naturais, como se fosse filosofia: mas tratam de leis e prática a cerca das ações morais”. Aqui, Bruno se preocupa com a intensa interferência da igreja em assuntos que

se diz respeito à filosofia, sufocando-a. Visto que a igreja concebe o universo como o aristotélico-ptolomaico.



Figura 15: Imagem de Giordano Bruno.²⁹

Fonte: [pensador.com/frase](https://www.pensador.com/frase)

A ideia de Bruno é defender um universo bem maior que o aristotélico-ptolomaico (VIDE FIGURA 15). Para ele, a Terra não é o centro do universo e o único habitado e sim o Sol. Também, existem infinitos mundos com outros seres vivos iguais aos nossos. Na obra “Cena de la cenere”, Bruno anuncia a discussão cosmológica que será tratada na sua obra *Sobre o infinito, Universo e os mundos*. Aqui ele faz uma distinção entre mundo e universo, entre universos infinitos e mundos finitos. Assim, o mundo é finito composto por planetas, satélites (Lua e Sol) e inúmeros e infinitos universos. E para discutir estas coisas filosóficas só o faz um filósofo e não matemático ou teólogo. Para Bruno, a ciência praticada pelos astrônomos não consegue avançar sem a filosofia: a filosofia pode interpretar o saber da astronomia e abranger todos os fenômenos e compreendê-los. Segundo Bruno, “o filósofo é como um intérprete que traduz de um idioma a outro em palavras”.

Na crítica de Giordano Bruno, agrega elementos do universo de Copérnico como a Terra em movimento e o Sol ocupando o centro do universo, os elementos da geometria, matemática, utilizando suportes fora da esfera rígida da doutrina cristã. Ele se vale das observações e experimentações de objetos palpáveis da Terra para provar e mostrar suas convicções heliocêntricas de multiverso infinitos e vários mundos finitos, incontáveis.

Nesta forma de ver e interpretar os fenômenos, Bruno pode e consegue mostrar o comportamento verdadeiro dos astros celestes. Assim, ele se direciona na contramão das concepções da sociedade intelectual, política, social e religiosa da época que era totalmente em defesa do modelo geocêntrico aristotélico-ptolomaico.

²⁹ Disponível em: <https://www.pensador.com/frase/MTY4NjYzOA/> - Acesso feito em 23 de julho de 2019, às 6h30min.

Para Bruno, na concepção de Aristóteles “fora do mundo há um ente intelectual e divino, de sorte que Deus venha a ser lugar de todas as coisas”. Assim, para Bruno, Aristóteles não consegue explicar como uma coisa sem corpo, inteligente e sem dimensões possa ser um lugar de uma coisa com dimensões. Logicamente, assim como para Bruno, para nós se o mundo é finito, existe algo fora dele que o contém.

Por isso, Bruno insiste em questionar o que existe além das estrelas fixas. Difícil pergunta para os aristotélicos, visto que para eles não tem sentido esta pergunta. A tese de Bruno de um universo infinito e muitos mundos não exclui a presença de Deus.

Mas, coloca Deus dentro dele. Um Deus criador que dotou todos os viventes e não viventes de total importância. Assim, nem a Terra está no centro, nem o Sol e nem nada. Não tem sentido dizer existir um centro. A ideia de centro reflete diretamente da concepção do homem e ser importante e achar que ele fora criado por Deus para ser o centro das atenções.

APÊNDICE H – Textos sobre o modelo do Big Bang

TEXTO 1: Modelo do Big Bang

Ao se iniciar o século XX, algumas pendências ainda precisavam ser solucionadas. Uma delas é a solução definitiva do problema sobre a natureza das nebulosas bem como a origem do Sistema Solar, uma vez que a composição estava quase desvendada pelas novas observações. Por exemplo, James Jeans concebia, no início do século XX, que o nascimento do Sistema Solar era um acontecimento raro que ocorreu quando o Sol foi quase tocado por uma estrela.

O resultado dessa quase colisão foi um efeito de maré, pela qual foi arrancada uma certa quantidade de matéria quente do Sol, da qual se constituíram os vários planetas e corpos celestes que giram em torno do Sol.

Tudo começa a caminhar no sentido do entendimento que temos hoje sobre a formação do universo quando Albert Einstein apresentou um trabalho, 1917, com a denominação “Considerações Cosmológicas sobre a Teoria da Relatividade” na qual ela apresentava seu modelo de universo. Ao analisar suas equações da relatividade, ele chegou à conclusão de que a curvatura do espaço, devido à presença de matéria, deveria ser independente do tempo, ou seja estática.

Também considerou a hipótese de que as forças entre as galáxias são independentes de suas massas e que variam na razão direta da distância entre elas, funcionando portanto, tais forças como repulsão cósmica. Isso poderia garantir a não contração do espaço e ocorrer o Big Crunch. Já na década de 20, início do século XX, precisamente em 1922, Friedmann, ao formular a hipótese de que a matéria se distribui uniformemente no espaço, observou que o termo cosmológico proposto por Einstein

levava à conclusão de que poderia haver dois modelos de universo não-estático: um que expandia com o tempo (Big Rip) e o outro que se contrairia (Big Crunch). Isso depende a sua densidade de matéria.



Figura 16: Modelo do Big Bang.³⁰

Fonte: pt.wikipedia.org/wiki

Se a densidade for baixa a atração gravitacional é baixa, assim, a expansão seria eterna (universo aberto e infinito); com densidade mediana se equilibraria a atração gravitacional com a expansão, velocidade de expansão cada vez menor e nunca se anula; se a densidade for alta, a atração gravitacional aumentaria e superaria a expansão havendo a contração com o universo fechado e finito. Assim o universo seria cíclico, alternando criação e expansão. Nesse momento Albert Einstein, numa tentativa de proteger sua teoria, acrescenta a “constante cosmológica” que seria uma força de repulsão contrabalaneando a atração gravitacional. Isso para salvar sua teoria do universo estático.

Foi Edwin Powell Hubble quem conseguiu resolver essa questão ao fornecer os dados observacionais que mostram a expansão do universo (VIDE FIGURA 16). Ele conseguiu identificar estrelas individuais na galáxia Andrômeda (M31) - considerada à época uma nebulosa da nossa galáxia – e estimar a sua distância em 2,4 milhões de anos-luz. Logicamente, fora da nossa que tem cerca de 100 mil anos-luz de extensão. Como essa descoberta Hubble deu grandes contribuições ao estudo do universo. Ele mostrou que o universo era bem maior que se questionava e a nossa galáxia é apenas uma entre muitas. Concluiu que quanto mais distante estavam os corpos celestes, maior é a velocidade que se afastam de nós. Hubbe proporcionou grandes contribuições para o desenvolvimento da cosmologia fornecendo os dados observacionais da expansão do universo.

³⁰ Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Big_Bang – Acesso feito 23 de julho de 2019, às 6h32min.

Lemaître, um padre belga (1894 – 1966) foi o responsável por conectar as soluções da teoria da relatividade e as observações de Hubble, ele propôs um universo em expansão, emergindo a ideia do Big Bang. Ele chegou à mesma conclusão de Friedmann. Ao desenvolver um modelo cosmológico relativístico, concebeu um universo em eterna expansão (creditada, também, a Friedmann e Robertson). O modelo desenvolvido por Lemaître não cogitava a existência de uma origem para o universo.

Segundo Henrique e Silva (2011), ele explicou a expansão do universo a partir do modelo proposto por Einstein, um espaço homogêneo, sereno e preenchido por matéria gasosa, que se pôs a expandir. O universo de Lemaître era apenas um entre vários possíveis oferecidos pelas equações de Einstein. Já que o modelo de Lemaître cogitava que o início de universo emergia em um tempo passado infinito, não existia uma preocupação em explicá-lo. Mas, Lemaître como padre, repensa suas concepções e prevê o início do universo. Ele defende um nascimento instantâneo para o universo que se expande com o passar do tempo, sendo que em tempo remoto toda a matéria que compõe o universo era concentrada em um mega átomo primordial que ao fragmentar deu origem a tudo que existe hoje.

TEXTO 2: O modelo do Big Bang

Ao tentar entender o mundo pequeno das partículas subatômicas, George Gamow (1904 – 1968), um físico russo-americano, criou o modelo “Big Bang” que mostrava a origem do cosmos. Mas, foi Fred Hoyle (1915 – 2001) quem batizou esse modelo de origem do universo com o termo Big Bang. Propõe que no início o universo era quente e denso iniciando a expansão do espaço, surgindo os elementos químicos conhecidos e as demais estruturas.

No modelo padrão do Big Bang, há cerca de 14 bilhões de anos todo o universo estava concentrado em uma pequena região, denominada singularidade ou átomo primordial, de temperatura, pressão e densidade extremamente elevadas. Esse átomo primordial começa a expandir.

A partir desse momento, a temperatura do universo decresce com o tempo. A matéria inicial é basicamente composta de neutrinos, elétrons, pósitrons e fótons que estão em equilíbrio térmico à temperatura extremamente elevada.

Com o passar do tempo a temperatura vai diminuindo e alguns átomos vão se formando, se agrupando e com isso, tudo que hoje conhecemos foi se formando: átomos, estrelas, planetas, galáxias, aglomerados de galáxias, etc.

TEXTO 3: O Big Bang é um modelo inquestionável?

Desde os mitos cosmogônicos, até hoje, a nossa maneira de ver e interpretar os fenômenos que ocorrem em nossa volta muda muito. Aliás, passou por vários estágios! Daí surgiram vários modelos criados pelo homem, como a Terra plana, modelo geocêntrico, heliocêntrico e o do Big Bang. Cada modelo explicava como era o universo em sua época. Cada um desses modelos tentavam explicar o mundo de acordo com suas visões.

Com isso, não podemos criticá-los pela forma de ser e explicar suas teorias. Eram apenas modelos incompletos e para eles eram os melhores que tinham. A forma de criar e construir conhecimento depende de vários fatores. Assim podemos compreender mostrando que as ferramentas utilizadas vão sendo aperfeiçoadas, melhoradas e mudadas. E a forma de interpretar os dados vão evoluindo de acordo com a racionalidade humana. Com isso, a forma de fazer ciência sofre revoluções e transformações, fazendo com que o homem se adapte sua forma de agir ao pensar.

Provavelmente, a teoria do Big Bang sofrerá evolução, transformação e acréscimo de a teoria do Big Bang à outros conhecimentos e, talvez, possa ser até refutado um dia. Apesar dos argumentos que são usados atualmente para validar essa teoria são fortes e contundentes. Mas isso não isenta a teoria de ser substituída no futuro.