



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS - ICEB
COLEGIADO DO CURSO DE FÍSICA
LICENCIATURA - COFISLI



DIEGO HIPOLITO RIBEIRO

**O ENSINO DA RELATIVIDADE DOS MOVIMENTOS POR
MEIO DE UMA ABORDAGEM COM BASE NO
MATERIALISMO HISTÓRICO E DIALÉTICO**

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM FÍSICA LICENCIATURA

Ouro Preto, 2022

DIEGO HIPOLITO RIBEIRO

**O ENSINO DA RELATIVIDADE DOS MOVIMENTOS POR
MEIO DE UMA ABORDAGEM COM BASE NO
MATERIALISMO HISTÓRICO E DIALÉTICO**

Monografia apresentada ao Curso de Física
(Licenciatura) da Universidade Federal de
Ouro Preto como requisito total para
aprovação na disciplina FIS833 Projeto e
Monografia II.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Moraes Calazans

Ouro Preto
ICEB – UFOP
Junho de 2022

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

R484o Ribeiro, Diego Hipolito.

O ensino da relatividade dos movimentos por meio de uma abordagem com base no materialismo histórico e dialético. [manuscrito] / Diego Hipolito Ribeiro. - 2022.

93 f.: il.: color., mapa.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Moraes Calazans.
Monografia (Licenciatura). Universidade Federal de Ouro Preto.
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Graduação em Física .

1. Ensino de Física. 2. Materialismo Histórico e Dialético. 3. Historiografia. 4. Ensino Médio. 5. Marxismo. I. Calazans, Marcos Moraes. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 53

Bibliotecário(a) Responsável: Luciana De Oliveira - SIAPE: 1.937.800



FOLHA DE APROVAÇÃO

DIEGO HIPÓLITO RIBEIRO.

“ O ENSINO DA RELATIVIDADE DOS MOVIMENTOS POR MEIO DE UMA ABORDAGEM COM BASE NO MATERIALISMO HISTÓRICO E DIALÉTICO”

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Física.

Aprovada em 22 de junho de 2022.

Membros da banca

Doutor Marcos Moraes Calazans - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto.
Doutor Cassiano Rezende Pagliarini - Avaliador - Universidade Federal de Ouro Preto.
Doutora - Luciana Massi - Avaliadora - Universidade Estadual Paulista.

Marcos Moraes Calazans, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 22/06/2022.



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Moraes Calazans, COORDENADOR(A) DE CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**, em 29/07/2022, às 11:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Massi, Usuário Externo**, em 29/07/2022, às 19:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cassiano Rezende Pagliarini, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 29/09/2022, às 14:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0348903** e o código CRC **9C8C010E**.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu falecido bisavô Geraldo Hipolito, que apesar da avançada idade me apoiou quando decidi me transferir do curso de Engenharia de Materiais no CEFET-MG para o curso de Física (Licenciatura). Mesmo que talvez não concordasse com a decisão, entendeu que era o que me faria feliz no momento sendo foi um importante pilar para que eu pudesse tomar essa decisão. Além disso, em quanto vivo, sempre agiu como um porto seguro para mim, comemorou todas minhas conquistas e sei que comemoraria mais esta.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a minha mãe Jane e meu irmão Yuri, que sempre me apoiaram em qualquer situação. Agradeço ao meu padrasto Marcos Aurelio que serve como minha figura paterna desde que me entendo por gente, me apoiando tanto emocional, quanto financeiramente ao longo desta jornada. Agradeço a minha namorada Sofia que me aturou e me apoiou para que eu não desistisse. Agradeço ao meu orientador Marcos Calazans por esta jornada de quase dois anos de pesquisa que contribuiu para minha formação tanto como profissional, como pesquisador e principalmente como ser humano. Agradeço por todos os amigos e colegas que fiz ao longo do curso e aos professores que me forneceram tão valioso conhecimento. Agradeço, por fim, ao PET Física que contribuiu por meio de bolsa para que este trabalho pudesse ser realizado.

RESUMO

O presente trabalho apresenta relato de pesquisa teórico-conceitual que teve por objetivo desenvolver uma abordagem de ensino da relatividade dos movimentos com base no materialismo histórico e dialético. Por meio de uma pesquisa bibliográfica é feita uma reflexão sobre as diferentes tradições historiográficas na história da ciência e são apresentadas diretrizes que orientam o desenvolvimento de uma abordagem marxista de história da ciência para o conceito de relatividade dos movimentos. Uma concepção de história da ciência com base no materialismo histórico é apresentada e discutida. Uma relação entre o materialismo dialético e as ciências da natureza fundamentou a elaboração de uma abordagem do conceito de relatividade dos movimentos. A partir das reflexões teóricas foram desenvolvidas diretrizes para uma abordagem de ensino do conceito. Com base nestas diretrizes, uma sequência didática é elaborada para alunos do primeiro ano do ensino médio. Os resultados da pesquisa contribuem para um melhor entendimento da concepção de história da ciência com base no Materialismo Histórico e Dialético e trazem contribuições para o debate historiográfico contemporâneo no campo de pesquisa em história da ciência no ensino, fornecendo elementos para elevar a consciência de professores e pesquisadores da área sobre os pressupostos teórico-filosóficos contidos no ensino do conceito de relatividade dos movimentos.

Palavras-Chave: Relatividade dos Movimentos; Ensino de Física; Materialismo Histórico e Dialético

ABSTRACT

The present work presents a theoretical-conceptual research report that aimed to develop an approach to teaching the relativity of movements based on historical and dialectical materialism. Through bibliographic research, a reflection is made on the different historiographical traditions in the history of science and guidelines are presented that guide the development of a Marxist approach to the history of science for the concept of relativity of movements. A conception of the history of science based on historical materialism is presented and discussed. A relationship between dialectical materialism and the sciences of nature was the basis for the elaboration of an approach to the concept of relativity of movements. Based on theoretical reflections, guidelines were developed for an approach to teaching the concept. Based on these guidelines, a didactic sequence is designed for first-year high school students. The research results contribute to a better understanding of the conception of the history of science based on Historical and Dialectical Materialism and bring contributions to the contemporary historiographical debate in the field of research in the history of science in teaching, providing elements to raise the awareness of teachers and researchers in the field on the theoretical-philosophical assumptions contained in the teaching of the concept of relativity of movements.

Key Words: Relativity of movements; Physics Teaching; Historical and Dialectical Materialism

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. HISTORIOGRAFIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA	12
2.1. HISTÓRIA DA CIÊNCIA CONTEXTUALISTA	14
2.2. HISTÓRIA CULTURAL DA CIÊNCIA.....	16
2.3. HISTÓRIA MARXISTA DA CIÊNCIA.....	18
3. ABORDAGENS HISTÓRICAS E NÃO HISTÓRICAS DA RELATIVIDADE DOS MOVIMENTOS	21
4. OBJETIVOS	25
5. METODOLOGIA.....	26
6. MATERIALISMO DIALÉTICO COMO CONCEPÇÃO DE MUNDO E MÉTODO	28
6.1. MATERIALISMO HISTÓRICO	30
6.2. AS CIÊNCIAS DA NATUREZA E O MATERIALISMO DIALÉTICO.....	33
7. PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA.....	37
8. A ABORDAGEM DE ENSINO	42
8.1. AS RAÍZES ECONÔMICO-SOCIAIS DA RELATIVIDADE DOS MOVIMENTOS	43
8.2. A UNIDADE ABSOLUTO E RELATIVO	48
8.3. A UNIDADE MATÉRIA E MOVIMENTO	50
8.4. A UNIDADE ESPAÇO E TEMPO.....	52
8.5. A UNIDADE REPOUSO E MOVIMENTO	54
8.6. DA PRÁTICA SOCIAL À TEORIA E DESTE À PRÁTICA SOCIAL	55
8.7. A TRANSMISSÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO COMO PARTE DO ACERVO CULTURAL DA HUMANIDADE	56
8.8. SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO ENSINO DA RELATIVIDADE DOS MOVIMENTOS.....	57
9. Conclusão	60
REFERÊNCIAS.....	62
Apêndice A - Sequência Didática Relatividade dos Movimentos.....	68

1. INTRODUÇÃO

A pesquisa que deu origem a este trabalho teve início no segundo semestre de 2019, quando foram feitas algumas leituras iniciais visando entender o que é materialismo histórico, bem como conhecer a tradição historiográfica marxista da história da ciência. Paralelo a isso, foi feita uma breve pesquisa bibliográfica usando métodos de estado da arte em que buscou conhecer a natureza da pesquisa em história da ciência a partir dos trabalhos apresentados no Encontro Nacional de Pesquisa em ensino de Física (EPEF) entre 2010 e 2018. Este estudo resultou na apresentação de um trabalho completo no EPEF no ano de 2020 (RIBEIRO e CALAZANS, 2020). Entre os resultados obtidos neste estudo destaca-se o de que a atual tendência historiográfica dominante na história da ciência, a contextualista, tem seu foco, fortemente limitado à aspectos epistemológicos, sobretudo aos problemas da desmistificação (da ciência e do papel do cientista) e da demarcação da ciência, o famigerado problema de Kant (OLIVEIRA, 1982).

Neste mesmo período o autor deste trabalho cursava a disciplina Estágio de Ensino de Física II (FIS506), quando tentou-se aplicar uma sequência didática que falava sobre história da relatividade e do conceito de inércia. Esta primeira experiência e os estudos envolvidos motivaram a realização de uma iniciação científica intitulada “Uma Abordagem Histórico Ontológica da Relatividade dos Movimentos”. Tal pesquisa aconteceu entre março de 2020 e fevereiro de 2021. Durante essa pesquisa de Iniciação Científica foram desenvolvidos alguns dos elementos da abordagem de ensino da relatividade dos movimentos com base o materialismo histórico e dialético, que foi mais aprofundado durante o presente trabalho. Esta pesquisa foi feita em parceria com um projeto de extensão denominado “Laboratório de Instrumentalização em História e Filosofia da Ciência” (LABI-HFC) e dentro do grupo de pesquisa sobre a pedagogia histórico crítica.

O presente trabalho, partindo dos resultados da pesquisa de iniciação científica realizada anteriormente, buscou desenvolver uma abordagem de ensino da relatividade dos movimentos que consiga transpor os limites da interseção entre a história e filosofia da ciência postos pelos aspectos epistemológicos da demarcação e desmistificação da ciência. Entende-se como demarcação da ciência discussões que visam definir o que é ciência e desmitificação discussões que visam corrigir concepções incorretas sobre a natureza da ciência.

Visando alcançar este objetivo, realizou-se uma pesquisa bibliográfica em periódicos da área de história e filosofia da ciência que embasou uma reflexão sobre as distintas tradições historiográficas na história da ciência. Foram apontados alguns limites e problemas concernentes às diferentes vertentes da historiografia contemporânea e justificando o uso da historiografia marxista. A tradição marxista da história da ciência é então discutida e problematizada a partir de seus defensores e seus críticos apontando-se a necessidade de maiores reflexões.

Tomando-se esta discussão como ponto de partida, são apresentadas diretrizes que orientam o desenvolvimento de uma abordagem de história da ciência marxista para o conceito de relatividade dos movimentos. A perspectiva teórica do materialismo histórico orientou o desenvolvimento da categoria central do trabalho: As raízes econômico-sociais da história da ciência. Com base no materialismo dialético aplicado às ciências da natureza foram desenvolvidas outras quatro categorias: as unidades matéria e movimento, relativo e absoluto, movimento e repouso e espaço e tempo. A pedagogia histórico-crítica orientou o desenvolvimento de duas categorias pedagógicas para a abordagem: prática-teoria-prática e a importância da transmissão do conhecimento científico. Por fim, com base nestas categorias, uma sequência didática foi elaborada para alunos do primeiro ano do ensino médio, contendo três momentos históricos da relatividade dos movimentos: o movimento em Aristóteles, a relatividade de Galileu e a teoria da relatividade restrita de Einstein.

2. HISTORIOGRAFIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

A palavra historiografia é polissêmica, podendo designar não apenas o conjunto da produção historiográfica sobre um tema específico, mas também, um conjunto de práticas e métodos de análise da história escrita, ou seja, uma espécie de meta-história. Videira define historiografia como sendo:

“um discurso crítico, que procura mostrar, o mais claramente possível, as bases epistemológicas, históricas, políticas e axiológicas sobre as quais os discursos históricos são construídos” (VIDEIRA, p. 122, 2007)

Desta definição temos, tanto melhor é uma discussão histórica, quanto melhor sejam apresentadas suas bases historiográficas. Martins traz outra definição do que é historiografia:

“A historiografia, por outro lado, é o produto primário da atividade dos historiadores. Ela é constituída essencialmente por textos escritos. Ela reflete sobre os acontecimentos históricos, mas agrega-lhe um caráter discursivo novo. Ela procura desvendar aspectos da história, mas não é uma mera descrição da realidade histórica.” (MARTINS, 2004, p. 115)

Esta definição, surge, de acordo com o autor, da necessidade de se diferenciar história de historiografia, seguindo, assim, a tradição relativista surgida nos anos 1970 fundada pela terceira geração da Escola dos Annales e aprofundada pela Nova História Cultural. Assim, esta definição carrega consigo elementos da concepção de história do autor.

Um aspecto importante do campo historiográfico na história da ciência é o que trata da gênese e desenvolvimento da própria história da ciência. Segundo Paulo Abrantes (2002) apesar da HC como disciplina ter sua origem no final do século XIX com a criação de uma cadeira no College de France, sua historiografia propriamente dita surge bem antes. Sua origem, provavelmente, se dá em manuais científicos da antiguidade clássica, tinha objetivos meramente didáticos e era feita por cientistas. Esta historiografia era, de acordo com o autor, presentista, isso é, descrevia as etapas anteriores dos conhecimentos científicos tidos como aceitáveis à época do historiador da ciência. Este gênero historiográfico Abrantes (2002) denomina de Histórico. O autor trata alguns desses escritores como sendo apologeticos, ou seja, eles supervalorizavam aqueles cientistas que consideravam como mais importantes para o desenvolvimento de um determinado conhecimento quando comparado ao tratamento dado aos demais cientistas.

Outro aspecto importante é a relação entre história da ciência e a história. Martins (2001) defende que não existe uma história geral, o que existiriam seriam apenas histórias específicas.

Para corroborar sua ideia ele traz a seguinte citação: “Escrever uma boa história geral seria finalmente um empreendimento de uma tal dificuldade que atualmente parece que ele não teve sucesso em nenhuma civilização.” (VEYNE, 1971, p. 57, citado por MARTINS, 2001). Ainda criticando essa visão generalista, o autor traz a seguinte afirmação sobre a história da ciência: “Diante do volume cada vez maior de pesquisas detalhadas sobre aspectos específicos da história das ciências, um autor ‘generalista’ se arrisca cada vez mais a cometer erros simplesmente pela impossibilidade de conhecer tudo detalhadamente” (MARTINS, p. 19, 2001).

No mesmo texto o autor defende que não é correto fazer uma definição sobre o que é história, ou mais especificamente o que é a história da ciência, pois, segundo ele, este tipo de definição só teria como valor delimitar o campo e desvalorizar as ideias de seus adversários. Sendo assim, para Martins, tudo aquilo que se apresenta como sendo história deveria ser incorporado à historiografia, ainda que o autor reconheça que nem todas as formas de história possuem o mesmo valor. Em uma de suas obras mais importantes publicadas no Brasil, Veyne, autor usado por Martins como referência de concepção histórica, afirma que “já que tudo é histórico, a história será o que nós escolhermos” (1988, p. 49). Junto com Georges Duby e outros historiadores pós-modernistas, Veyne é responsável pela publicação da obra História da vida privada (ARIÈS e DUBY, 2009).

Ellen Wood (1999) diz que no começo do século XIX alguns autores como Oswald Spengler e C. Wright Mills afirmaram que a chamada Era Moderna havia chegado ao fim dando origem ao que seria chamado de uma Era Pós-Moderna. Para esses autores os principais valores da Era Moderna haviam chegado ao fim, sobretudo aqueles embasados no Iluminismo. Neste trabalho, entendemos pós-modernismo uma doutrina e concepção de mundo baseada na ideia de que estaríamos vivendo nessa Era Pós-Moderna. A respeito dessa concepção Newton Duarte (2012) afirma que: “O pensamento pós-moderno fetichiza a individualidade ao transformar em condição humana o ceticismo, a fragmentação, o solipsismo, o subjetivismo e a irracionalidade.” (p. 199)

A fim de ilustrar sua crítica à possibilidade de uma história geral, Martins (2001) compara citações de Hegel e de Heródoto, caracterizando o primeiro como sendo pertencente a vertente da história linear e o segundo a vertente da história não-linear.

“O espírito germânico é o espírito do novo mundo. Seu objetivo é a realização da verdade absoluta como auto delimitação da liberdade – aquela liberdade que tem sua

própria forma como propósito. O destino dos povos germânicos é o de serem os portadores do princípio cristão.” (HEGEL, 1952, p. 315, citado por MARTINS, 2001)

“As cidades que antigamente foram grandes tornaram-se quase todas insignificantes; e as que atualmente são poderosas eram fracas nos tempos antigos. Eu falarei, portanto sobre ambas, convencido que a prosperidade humana nunca permanece estática por um longo período.” (HERÓDOTO, 1952, p.2, citado por MARTINS, 2001)

Essa classificação defendida pelo autor, um tanto quanto anacrônica, compara dois autores de épocas completamente distintas. O primeiro, um importante filósofo da modernidade, responsável por uma das mais importantes sínteses da história, e o segundo, humana um pensador grego do período clássico da Grécia antiga, considerado como o primeiro historiador. Além disso caracterizar a história de Hegel como linear mostra uma aparente desconsideração da dialética defendida por este autor. Existem diversos trabalhos que apontam a complexidade (não-linearidade) da noção de progresso histórico em Hegel (SOUZA, 2020; RODRIGUES, 2020; WOHLFART, 2008).

“Dada a realidade do processo histórico, com a ascensão e inevitável declínio das culturas (...) é melhor dizer que a história ilustra não apenas um avanço, mas uma luta perpétua pela liberdade humana. É uma série de tentativas nobres e fracassos trágicos; às vezes o progresso ocorre, às vezes declina. Hegel parece frequentemente próximo a aceitar a visão de que várias culturas progrediram em direção a um estado ideal, cada uma com seus próprios triunfos e tragédias, mas sem o progresso acumulativo.” (HODGSON, 2012, p. 54 citado por RODRIGUES 2020)

Essas ideias defendidas por autores como Veyne e outros autores da mesma linha pós-moderna serviram como base para as duas vertentes que esse trabalho julga como dominantes da História da Ciência atualmente: a história da ciência contextualista e a história cultural da ciência. Por ser crítico a tais ideias, o presente trabalho tomará como base uma outra vertente historiográfica, a história marxista da ciência. Embora a concepção de história materialista e dialética ser praticamente desconsiderada pelos autores da história da ciência contemporâneos, o mesmo não ocorre no domínio da história em geral. Isso é notório uma vez que alguns historiadores renomados como Eric Hobsbawm, Edward Thompson e aqueles pertencentes as duas primeiras gerações da escola dos Annales evidenciaram a influência, em alguns casos, direta do marxismo em suas obras.

2.1. HISTÓRIA DA CIÊNCIA CONTEXTUALISTA

Por meio da História da Ciência Contextualista alguns autores como Mathews (1995), Kragh (2003) e Porto (2010) trazem uma concepção de história da ciência preocupada em como

é abordado o contexto do desenvolvimento científico (Moura e Guerra, 2016). Nas palavras de Mathews (1995) temos:

“Os que defendem HFS [História e Filosofia da Ciência] tanto no ensino de ciências como no treinamento de professores, de uma certa forma, advogam em favor de uma abordagem contextualista, isto é, uma educação em ciências, onde estas sejam ensinadas em seus diversos contextos: ético, social, histórico, filosófico e tecnológico; o que não deixa de ser um redimensionamento do velho argumento de que o ensino de ciências deveria ser, simultaneamente, em e sobre ciências.” (p. 166)

Já em Vidal e Porto (2012) temos outra definição da História da ciência contextualista:

“Sumarizando, defendemos aqui concepções historiográficas da ciência que levam em consideração a influência parcial da Natureza no processo social de construção da ciência, o estudo minucioso de episódios, obras e autores em seus respectivos contextos (incluindo a caracterização das peculiares interpretações dadas às fontes por diferentes pensadores do passado), na forma de estudos de casos, valorizando a investigação cuidadosa de continuidades e rupturas no processo histórico de construção da ciência.” (p. 294)

Kragh (2003) traz duas definições para o que é a história. A primeira delas (H1) diz que a história é um estudo dos fatos que realmente aconteceram no passado, história objetiva, sendo limitado o acesso que temos a esses fatos. Tal limitação é, para o autor, insuperável. A segunda delas (H2) diz respeito as pesquisas históricas e seus resultados de modo que, de acordo com o autor, o objeto de estudo da história (H2) é a história (H1), ou seja, os próprios fatos históricos ocorridos no passado. De acordo com o autor, podemos dizer ainda que a história (H2) é uma forma de estudo da natureza da história ou ainda uma meta-história.

Para Kragh (2003), a história deve estar centrada nas relações humanas e principalmente naquelas que forem mais socialmente relevantes. Segundo o autor, os “fenômenos não-humanos” devem ser levados em consideração apenas na medida em que eles afetam a atividade humana. Uma descrição detalhada de fenômenos não-humanos serve para fazer uma marcação temporal dos acontecimentos, porém não fornecem dados verdadeiramente históricos.

O autor ainda divide a ciência em duas possíveis definições. A primeira delas (S1) diz que a ciência é o conjunto de métodos e resultados gerados pelos cientistas, essa é a visão tradicional da ciência. A outra definição (S2), segundo o autor, diz que a ciência deve ser entendida em conjunto com as relações sociais vivenciadas pelos cientistas entre si e com a comunidade de uma forma mais ampla, essa seria uma visão histórica do que é ciência.

Segundo Kragh (2003), uma visão de história da ciência que se baseia em S1 se limitaria a uma mera análise histórica das técnicas científicas. Desta forma o que o autor chama de uma

verdadeira história da ciência deveria se basear na S2, buscando então fazer uma análise que prioriza os aspectos sociais em relação aos técnicos. Para o historiador da ciência, como a história da ciência é tão complexa, podem haver situações onde os aspectos técnicos são relevantes. Porém, de acordo com o autor, mesmo nessas situações a análise destes aspectos não pode prescindir dos aspectos sociais.

Outro fator relevante é a preocupação dessa vertente historiográfica com a epistemologia ou como, normalmente, aparece nos textos: a natureza da ciência (SCHIMEDECKE e PORTO, 2015). Ainda que os autores tratem esse assunto como um campo em debate sobre o que viria a ser uma correta natureza da ciência, definem ser de suma importância sua discussão uma vez que os educadores carregam no ensino de ciências uma série de visões distorcidas sobre a ciência. Desta forma, uma utilização adequada da história da ciência, poderia, de acordo com os autores, identificar e corrigir concepções incorretas sobre a natureza da ciência nos estudantes. Essa discussão sobre a natureza da ciência se desenvolve em torno do problema da demarcação ou problema de Kant. Oliveira (1982) descreve que esse problema tem sua origem em Hume e em Kant ganha força como sendo um aspecto central na teoria do conhecimento. A formulação moderna deste problema, de acordo com o autor, é apresentada por Popper. O problema da demarcação é a necessidade de distinguir a ciência da não ciência, e assim definir a ciência como sendo o único tipo válido de conhecimento.

Nesta tradição da história da ciência a aproximação com o contexto tomado como cotidiano não é problematizada criticamente por seus defensores. A defesa de que a mera diversidade de contextos (ético, político, social, econômico, etc.) seja suficiente para desenvolver visões não-distorcidas da atividade científica é tomada a partir da filosofia do pragmatismo presente, por exemplo, em autores como Mathews. Predomina no contextualismo uma visão de história fragmentada, como conjunto de fatos desconexos, expressa na metodologia de estudo de casos defendida por Kragh e outros.

2.2. HISTÓRIA CULTURAL DA CIÊNCIA

A segunda perspectiva historiográfica é chamada de história cultural da ciência. Ela tem como base a definição de Peter Burke (2005) da nova história cultural. Essa denominação foi feita utilizando os termos nova e cultural para diferenciar tal perspectiva historiográfica tanto da história cultural desenvolvida na França em 1970, quanto da perspectiva que o autor chama de uma história intelectual.

Além disso, esta perspectiva tem em si uma preocupação antes de mais nada pedagógica, ou seja, para os adeptos dessa vertente historiográfica, o ensino de ciências deveria ter seu foco movido de aspectos sobre a natureza da ciência para a prática científica, em contrapartida ao que normalmente ocorre na abordagem contextualista (MOURA e GUERRA, 2016). Em outras palavras, a história da ciência deveria estar centrada nas práticas científicas, destacando como o conhecimento científico era representado em cada época. Nas palavras das autoras:

“No caso das ciências, com essa abordagem historiográfica, o foco da análise a ser implementada desloca-se do estudo das grandes ideias e dos cientistas que estabeleceram grandes teorias, para um estudo que considere as ações produzidas pelos diferentes atores da ciência. Incluem-se, então, no estudo histórico da ciência, as práticas em torno aos instrumentos e técnicas usadas nos laboratórios, as desenvolvidas para o registro de dados, as comunicações estabelecidas entre os cientistas para discutir questões e divulgar seus trabalhos, a construção de ferramentas matemáticas de análise, de representação e construção de modelos, entre outras.” (MOURA e GUERRA, p. 737, 2016)

Segundo as autoras, ao longo da história da ciência não são apenas os problemas da ciência que mudam, mudam também as estratégias usadas para responder tais problemas e as formas de se comunicar esses resultados. Isto implica que a análise historiográfica deve se preocupar também com estes pontos. Desta forma, temos uma história da ciência não mais preocupada em explicar “o que é?” ou “o que deve ser?” a ciência, e sim preocupada em descrever o desenvolvimento do processo do fazer científico. Isso implica em uma espécie de micro-história da ciência bastante pulverizada, em que não apenas os cientistas deixam de ser o foco da abordagem, mas instrumentos, laboratórios e instituições acadêmicas ganham o mesmo status. A defesa de tal micro-história consiste em uma mirada mais localista da história da ciência ao invés de uma vista mais totalizante, uma vez que, para essa perspectiva, a ciência desenvolvida em uma localidade se difere da desenvolvida em outra (Moura e Guerra, 2016). As autoras ressaltam que isso não implica em deixar de lado as características de um contexto mais amplo, e sim trazer para o foco as características mais localistas. Essa perspectiva defende um afastamento da história da ciência da explicação da história de grandes nomes da ciência e um foco maior na relação entre cientistas, ou até mesmo explicitando a influência de não cientistas (pessoas que a suposta história globalista da história da ciência atribui pouca ou nenhuma relevância).

Essa concepção de história pode ser caracterizada como uma visão pós-moderna de ciências, como pode ser percebido na defesa feita por Moura e Guerra (2016) da aproximação com as teorias pós-coloniais e bem como na defesa de um ensino não eurocêntrico de ciência.

2.3. HISTÓRIA MARXISTA DA CIÊNCIA

A terceira perspectiva historiográfica é a história marxista da ciência.

No ano de 1931, aconteceu em Londres, o Segundo Congresso Internacional de História da Ciência e da Técnica (MARTINS, 2001). De acordo com o autor, neste congresso foi apresentada para o restante do mundo a pesquisa de história da ciência realizada na União Soviética. Dentre os pesquisadores soviéticos que apresentaram seus trabalhos no congresso, destacou-se o cientista Boris Hessen.

Hessen ganhou notoriedade por ser pioneiro em aplicar o método do materialismo histórico para análise de tema específico da história da ciência. O autor apresentou no referido congresso trabalho de mais de 50 páginas apoiado em uma vasta literatura e intitulado “As raízes sócio-econômicas dos principia de Newton” em que apresenta uma análise da obra do cientista inglês destacando nela seus nexos com as necessidades econômicas e sociais do período. O seguinte trecho escrito por Boris Hessen permite entender como se dão as relações entre a ciência e as forças produtivas na visão do autor:

“Na sociedade capitalista, as ideias dominantes parecem separadas das relações de produção, dando a impressão que a estrutura material é determinada pelas ideias. A prática não tem que ser explicada pelas ideias, mas, pelo contrário, é a formação das ideias que tem que ser explicada a partir da prática material.” (HESSEN, 2015, p. 32)

As relações de produção, servem de base para todas as demais formas de relação humana. Desta forma, são as relações econômicas, que em última instância servem como base para toda a história da ciência.

Boris Hessen (1992) demonstra essa relação no seu texto em dois momentos. Em um primeiro o autor discute como três problemas socioeconômicos (as vias e os meios de comunicação, a indústria e a atividade militar) influenciaram o desenvolvimento científico de uma maneira geral na época de Newton. O autor entra então na discussão sobre o Newton propriamente dito. São levantados pelo autor um aspecto de Newton pouco discutido, sua relação com a técnica e sobretudo com a metalurgia. Apesar de ressaltar, a importância dos aspectos econômicos como fundamento para o desenvolvimento da obra do cientista, o autor afirma que somente com eles não é possível ter um entendimento desta.

Martins (2001) descreve o texto de Boris Hessen sobre as raízes econômicas dos principia de Newton como “apresentando uma caricatura da revolução científica (e em

Particular do trabalho de Newton) que não resiste a uma crítica acadêmica, sendo superficial e inaceitável”.

Ao contrário das acusações de suposto determinismo econômico atribuído a Hessen pelos mais importantes críticos da historiografia marxista, sua obra destaca com bastante precisão a complexidade e interrelação de diversos fatores como a influência da filosofia empirista inglesa, a religião e mesmo os limites da técnica do período, sem deixar de enfatizar a preponderância da determinação econômica.

Alguns autores relevantes da área como Martins tomam como esgotada a discussão acerca do alcance da obra de Hessen, atribuindo-lhe suposta superficialidade e determinismo. No entanto, no presente trabalho afirmamos que, ao contrário, trata-se de obra de profundidade com a qual, apesar dos limites dados pela natureza pioneira do trabalho, a área de história da ciência ainda pode aprender muito.

Outro importante historiador da história marxista da ciência no século XX foi John D. Bernal. Entre suas obras, podemos destacar o livro “The social function of Science” (1939). A respeito do trabalho de Bernal o autor escreve:

“Tanto as descrições históricas que Bernal apresenta, quanto sua história política e social são simplistas e tendenciosas, e quase todos os historiadores da ciência consideram que ele fracassou em sua tentativa, tendo apenas justaposto uma versão fraca da história da ciência a uma versão questionável da história política, social e econômica da humanidade, sem conseguir mostrar as relações causais que pretendia exhibir.” (MARTINS, p. 24,2001)

Em relação as críticas feitas a Bernal e Hessen, Colturato e Massi (2019) ressaltam que resultam de uma leitura apressada dos textos, que acabam fazendo com que eles sejam associados, não com os fundamentos da concepção materialista e histórica de Marx, mas sim com uma leitura distorcida, simplista e vulgar do marxismo, ou seja um marxismo determinista. Alguns autores como Young (1990) classificam essas distorções como se fossem diferentes abordagens do marxismo.

Young (1990), por exemplo, dividiu as abordagens marxistas da história da ciência em três grandes grupos: marxismo vulgar, teoria da mediação e teoria da totalidade. Young diz que todas as abordagens da história da ciência marxista partem do pressuposto de que as ideais dominantes são determinadas, em última instância, pelas relações de produção. A diferença entre elas seria justamente como essa relação é tomada. O marxismo vulgar toma essa relação

entre a ciência e as relações de produção em um para um, desta forma, as ideias científicas seriam determinadas exclusivamente pelas relações econômicas. A teoria da mediação é abordagem mais equilibrada de acordo com o autor. Essa teoria tem o trabalho como categoria central na história da humanidade. Essa teoria, partindo do trabalho, tenta ampliar as relações e concepções entre as diferentes partes da sociedade. Nas palavras do autor: “Tudo é mediação - mediação de forças sociais e econômicas envolvidas na produção e reprodução da vida real. A ciência está dentro da sociedade, dentro da história.” (YOUNG, 1990, p.80, tradução própria). Por fim, a teoria da totalidade está no extremo externo da questão entre ciência e relações de produção. O foco dessa teoria é se afastar o máximo possível da ideia da ciência como um elemento isolado da sociedade. Nas palavras do autor: “No extremo, a teoria da totalidade argumenta que todos os aspectos da realidade estão interligados e refletem todos os outros.” (YOUNG, 1990, p. 80, tradução nossa). O problema dessa teoria é que ela corre o risco de perder de vista a questão da centralidade das relações econômicas. Levando em consideração o que o presente trabalho defende por uma história da ciência marxista, o primeiro grupo é melhor classificado como uma distorção desta vertente historiográfica, do que uma abordagem propriamente dita. Já a divisão entre o segundo e terceiro grupo de abordagens parece ser apenas um recurso argumentativo, pois uma abordagem adequada da história marxista parte de elementos das duas categorias.

Colturato e Massi (2019) citam três dicotomias que podem ser superadas por meio de uma história da ciência marxista: sujeito x objeto, indivíduo x social, contexto da origem x contexto da justificação. Como as autoras demonstram no trabalho a história da ciência marxista pode ser utilizada no ensino de ciências em conjunto com a pedagogia histórico crítica, como feito no presente trabalho, produzindo assim um ensino de ciências verdadeiramente crítico.

3. ABORDAGENS HISTÓRICAS E NÃO HISTÓRICAS DA RELATIVIDADE DOS MOVIMENTOS

Por mais que tenha sido defendido nos últimos anos o uso da história da ciência no ensino de ciências (MARTINELLI e MACKEDANZ, 2017), alguns autores como Mathews (1995) e Boas et al. (2013) mostram como historicamente este uso nem sempre foi um consenso entre os pesquisadores da área. Dentre as críticas feitas ao uso da história ciência no ensino de ciências podemos destacar duas feitas ao longo do século passado: uma feita com base nos escritos de Martin Klein e a outra baseada nas ideias de Thomas Kuhn.

Mathews (1995), mostra que a crítica tomada com base nos escritos de Klein diz que o uso de história da ciência no ensino de ciências parte da seleção de materiais históricos com base em propósitos pedagógicos e/ou científicos, o que resultaria em uma história da ciência de má qualidade ou ainda, no que o autor chama de pseudo-história. De acordo com o autor, se seguirmos essa concepção seria preferível não se usar nenhuma história da ciência no ensino do que usar uma de má qualidade. Mathews rebate essas críticas dizendo que nenhuma historiografia está isenta de ser influenciada pelas concepções de quem a faz, argumentando a favor da não-objetividade da história.

Ainda no mesmo texto, Mathews (1995) mostra que a crítica feita como base nos escritos de Thomas Kuhn está relacionada ao fato de que este entendia haver a necessidade de se fazer com que o cientista em formação se sinta parte integrante de uma tradição bem sucedida em busca da verdade, e a história da ciência traz esclarecimentos que comprometeriam esse espírito. Alguns autores, tomando como base essas ideias, chegaram argumentar que apenas um público científico maduro deveria ter acesso à história da ciência. Para o pesquisador, a melhor maneira de sanar esse problema, seria apresentando a história da ciência de maneira simplificada para os estudantes, da mesma forma como é feito com diversos conteúdos científicos.

A fim de se mapear diferentes abordagens de ensino do conceito de relatividade dos movimentos, foi feita uma revisão bibliográfica em periódicos representativos da área de ensino de física/ciências. Foram encontrados no total 36 trabalhos de conteúdo relacionado, dos quais 30 versavam sobre o conceito de relatividade dos movimentos e 6 de conteúdos afins. 20 trabalhos apresentavam descrições de abordagens de ensino dentre os quais 16 discutiam abordagem de ensino relacionada ao conceito de relatividade dos movimentos. Desses 16

trabalhos, foram encontrados três que trazem algum tipo de abordagem histórica sobre a relatividade dos movimentos. Como aqui queremos discutir abordagens da relatividade dos movimentos, apenas os trabalhos que falavam diretamente sobre ela serão considerados aqui.

De uma maneira geral, os artigos encontrados que tratam sobre a relatividade dos movimentos e não trazem uma abordagem de ensino se dedicam a discutir sobre o conceito da relatividade dos movimentos ou trazem discussões sobre ferramentas que podem ser usadas no ensino da relatividade dos movimentos, seja a nível médio ou a nível superior. Jardim (2015) analisa nos 14 livros que foram aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático do ano de 2015 que abordam a teoria da relatividade restrita. Nestes livros foi investigada a utilização do conceito de massa, com o objetivo de se averiguar se os conceitos de massa de repouso e massa relativística estão corretamente diferenciados. Antes de entrar nas análises propriamente ditas, os autores discutem qual seria a correta utilização desses conceitos. Axt (2004) discute sobre uma ferramenta que pode ser usada no ensino da relatividade dos movimentos. O autor mostra como é possível implementar a utilização de um material de baixo custo para a experimentação no ensino de física. Além disso, o autor apresenta como produzir o material discutido.

Os artigos que falam sobre abordagens de ensino não-históricas da relatividade dos movimentos abordam diversas formas e níveis de ensino, sendo que dois deles trazem uma discussão mais aprofundada sobre os fundamentos pedagógicos utilizados. Carvalho Junior (2015) faz análise de uma sequência didática de 16 horas-aula aplicada para uma turma de 16 alunos do terceiro ano do ensino médio de um campus do Instituto Federal localizado no interior do estado de Minas Gerais. O objetivo do autor era compreender como os alunos formam sua compreensão sobre o tempo relativo na transição do ensino da relatividade clássica para a teoria da relatividade restrita. Para isso foi utilizado como referência o conceito de esquema em Piaget e em Vergnaud. Já o segundo texto (AYALA FILHO, 2010) tem por objetivo utilizar a noção de perfil conceitual para analisar a aprendizagem da teoria da relatividade restrita. A forma selecionada para análise foi a coleta de respostas em uma prova aplicada no ensino médio após uma sequência sobre o assunto.

Dos trabalhos que trazem uma abordagem histórica sobre o ensino da relatividade dos movimentos podemos destacar dois. Barcelos e Guerra (2015) fazem um estudo de caso de uma sequência didática de quatro aulas aplicada para uma turma de primeiro ano do ensino médio. A primeira aula consistia em uma apresentação histórica sobre a concepção de movimento

partindo de Aristóteles e indo até a teoria da relatividade restrita. A segunda aula consistia em uma discussão sobre a relatividade de Galileu. A terceira aula abordava os conceitos de espaço e tempo. A quarta aprofundava sobre a teoria da relatividade restrita. Köhnlein e Peduzzi (2005) analisam um módulo pedagógico de quinze aulas, que começa com discussões sobre natureza da ciência, discute a relatividade de Galileu/Newton e Teoria da Relatividade Restrita. Neste módulo são ainda discutidos alguns experimentos históricos importantes e a biografia de cientistas. Um aspecto em comum entre estes trabalhos é a praticamente inexistente discussão sobre as bases historiográficas neles. Esse fato vai de encontro ao que Videira (2007) diz sobre a importância das bases historiográficas em uma discussão sobre a história ciência.

Nesta revisão bibliográfica não foi encontrado nenhum trabalho do ensino de relatividade dos movimentos que tivesse como base o materialismo histórico. Assim podemos afirmar que não existem trabalhos sobre o tema com o referencial teórico proposto. Afim de se contornar esse problema, foram tomados como base dois livros que abordam o conceito da relatividade dos movimentos, por mais que essas abordagens não sejam abordagens históricas. Esses livros são “O que é a teoria da relatividade?” de L. Landau e Y. Humer (19--) e “O materialismo Dialético e as Ciências da Natureza” de Kh. Fataliev (1966).

O primeiro é um livro de divulgação científica e traz uma explicação sobre a teoria da relatividade restrita partindo da explicação das duas principais contradições presentes na relatividade dos movimentos, são elas: relativo x absoluto e repouso x movimento; sendo a primeira a com maior destaque no livro. Os autores apresentam então alguns conceitos da relatividade clássica para explicar a relação entre movimento e repouso, no entanto ao apresentar o fato de que a velocidade da luz em um determinado meio independe do referencial, é dito que este aspecto parece estar em contradição com a relatividade dos movimentos. Para resolver essa contradição, é proposto seguir por um caminho parecido com o feito por Einstein em 1905, o de se tratar o tempo como sendo relativo. Para explicar isso os autores se utilizam do seguinte experimento mental. Imagine um trem com 54000 km de comprimento que em linha reta a 240000 km/s. Em um determinado instante um luz se acende no meio do trem e simultaneamente as portas do primeiro e do último vagão se abrem. Um observador no meio do trem verá as portas se abrirem ao mesmo tempo. Já um observador na plataforma da estação verá as portas se abrirem com uma diferença de 40 s. O autor explica também a consequente relatividade não só da posição, mas também da distância entre dois pontos e da massa de um objeto.

O segundo livro “O materialismo dialético e as ciências da natureza” escrito por Fataliev traz uma discussão de filosofia da ciência envolvendo algumas teorias das ciências da natureza e o materialismo histórico. O autor traz duas discussões filosóficas a respeito da relatividade dos movimentos, são elas: a indivisibilidade da matéria e do movimento e a interdependência do espaço e do tempo. O autor ressalta que apesar da união entre matéria e movimento poder ser compreendida por meio da relatividade clássica, esta relação não estava explícita e devido as limitações da época não pode ser percebida por seus idealizadores.

4. OBJETIVOS

O objetivo geral da pesquisa foi o de desenvolver uma abordagem de ensino do conceito de relatividade dos movimentos utilizando uma vertente de história da ciência com base no materialismo histórico e dialético.

Objetivos específicos:

- Identificar o debate historiográfico contemporâneo na história da ciência e discutir as principais tendências;
- Discutir e problematizar a tradição historiográfica marxista na história da ciência;
- Desenvolver diretrizes para uma abordagem de ensino com base no materialismo histórico e dialético e na Pedagogia histórico-crítica;
- Desenvolver uma sequência de ensino com base nas diretrizes formuladas.

5. METODOLOGIA

O presente trabalho se configura como um trabalho teórico-conceitual como definido por Martins e Lavoura (2018). Desta forma, podemos separar os métodos de pesquisa utilizados em três partes, as quais são: leitura de textos com identificação de conceitos fundamentais afim de entender como produzir uma abordagem de ensino com base no materialismo histórico dialético, identificação e descrição das diretrizes que permitem entender a abordagem de ensino desenvolvida e, por fim, elaboração de uma sequência didática que serve como exemplificação da abordagem de ensino desenvolvida.

A primeira parte da pesquisa desenvolvida consistiu na leituras de textos disponíveis em um acervo prévio disponibilizado pelo orientador do trabalho, afim de se entender como era possível produzir a abordagem de ensino pretendida. O primeiro passo para isso foi entender o que é o materialismo dialético, que serve como base para todas as demais referências do presente trabalho. Assim foram realizadas leituras de textos de autores como Marx, Engels e Lenin. O segundo passo foi o entendimento do materialismo histórico. Foram feitas então leituras de autores como Marx e Boris Hessen. O terceiro passo foi o entendimento das relações entre o materialismo dialético e as ciências da natureza. Para isso, foram realizadas leituras de autores como Engels, Lenin, Mao Tsé-Tung e Fataliev. O quarto passo foi o de entender a teoria pedagógica que serve como base o presente trabalho, a pedagogia histórico-crítica. Para isso foi realizada a leitura de textos do autor Dermerval Saviani. Findada as leituras foram extraídos e descritos os conceitos fundamentais para a produção da abordagem de ensino.

A segunda parte da pesquisa consistiu de identificar e descrever as diretrizes que permitem entender a abordagem de ensino desenvolvida. Essas diretrizes correspondem justamente aquilo que Martins e Lavoura (2018) de categorias ontológicas. Pois essas diretrizes são justamente as categorias oriundas da abstração que permitem que se entendam o objeto de estudo, que neste caso é o ensino da relatividade dos movimentos. Essas categorias se originam das leituras feitas por meio de uma comparação do que aparece nela com as especificidades do objeto de estudo escolhido. Desta forma a descrição feita dessas diretrizes correspondem a sua relação direta com o objeto de estudo.

A última parte da pesquisa desenvolvida foi a elaboração de uma sequência didática que exemplifica como a abordagem de ensino desenvolvida pode ser aplicada. É importante ressaltar aqui que a sequência didática não deve ser entendida como um passo a passo rígido a

ser seguido pelo professor. A sequência didática é uma proposta que visa orientar o trabalho do professor em sala de aula, que devido à complexidade do processo educativo precisará constantemente adaptar o planejamento feito a realidade escolar. Então, por mais que o termo sequência didática possa vir ter uma conotação problemática em alguns casos, escolheu-se, no presente trabalho, utilizá-lo devido a ser uma expressão a qual professores da educação básica estão mais familiarizados.

6. MATERIALISMO DIALÉTICO COMO CONCEPÇÃO DE MUNDO E MÉTODO

Neste capítulo e no capítulo seguinte apresentamos a primeira parte dos resultados do presente trabalho. Estes são os resultados da pesquisa teórico-conceitual desenvolvida para que se pudesse criar a abordagem de ensino, que será detalhada no capítulo 8.

O materialismo dialético é a filosofia marxista, e por ser mais amplo e geral do que o materialismo histórico, convém o explicar antes. Engels (1982) diz que uma questão que sempre esteve presente no campo da filosofia foi a relação entre o ser e o pensar. O autor destaca que os filósofos deram dois tipos de respostas a essa questão: uma resposta materialista ou uma resposta idealista. A respeito da divisão entre essas duas visões de mundo, Engels (1982) diz:

“Conforme esta questão era respondida desta ou daquela maneira, os filósofos cindiam-se em dois grandes campos. Aqueles que afirmavam a originariedade do espírito face à Natureza, que admitiam, portanto, em última instância, uma criação do mundo, de qualquer espécie que fosse — e esta criação é frequentemente, entre os filósofos, por exemplo, em Hegel, ainda de longe mais complicada e mais impossível do que no cristianismo —, formavam o campo do idealismo. Os outros, que viam a Natureza como o originário, pertencem às diversas escolas do materialismo.”

Engels (2015) diz que o materialismo metafísico tem uma visão de mundo que trata os objetos e os pensamentos resultantes destes como sendo coisas estáticas e que podem ser analisadas separadamente. O autor ainda ressalta que esta visão de mundo trata as contradições como sendo dicotomias insolúveis no qual uma coisa ou um fenômeno só pode ser definida pela oposição rígida e estática dos polos da oposição de contrários. O filósofo ressalta que em contrapartida o materialismo dialético consegue perceber os objetos e os pensamentos resultantes deste em todas as suas complexas ligações e em seu processo de constante transformação.

Lênin (1975), aprofundando a análise de Engels, mostra ainda como os dois tipos de materialismo se diferem ainda a respeito da questão sobre o conhecimento, em especial sobre a verdade. Para o autor, o materialismo metafísico não reconhece a relação dialética entre a verdade absoluta e a verdade relativa. O pensamento metafísico alterna entre uma e outra das oposições polares, passando de uma posição dogmática, que afirma a verdade absoluta para uma posição relativista a nega completamente. O autor afirma que, para o materialismo dialético, toda forma de conhecimento é condicionada historicamente e, por tanto, relativa. O conhecimento científico se distingue das demais formas de conhecimento, uma vez que este possui uma correspondência na realidade objetiva. Desta forma, segundo o autor, o conhecimento científico, em seu caráter de verdade relativa, à medida que nos ajuda a

compreender mais sobre o mundo objetivo, nos aproxima da verdade absoluta. Cada verdade contida em uma nova descoberta científica tem uma natureza relativa, mas o conjunto das verdades relativas compõe uma totalidade de conhecimentos objetiva e absoluta.

Além desta diferenciação com relação ao materialismo dogmático, para se compreender o materialismo dialético, é necessário compreender seu método, a dialética. Esse método de análise dos contrários não deve ser entendido, no entanto, como um mero método argumentativo. É um método de análise em busca da verdade para não apenas conhecer o mundo, como também transformá-lo (MARX, 1982).

Mao Tsé-Tung (2008) traz algumas considerações sobre a dialética que nos auxiliam a compreender como a análise das contradições deve ser feita. O método dialético é o estudo da contradição na própria essência dos fenômenos. Neste sentido, o autor defende que a lei da contradição inerente aos fenômenos, ou lei da unidade dos contrários é a lei fundamental da dialética materialista. Suas contribuições para a compreensão da contradição são divididas em quatro tópicos, são eles: a universalidade da contradição, a particularidade da contradição, a contradição principal e o aspecto principal de uma contradição, e a identidade e a luta dos aspectos de uma contradição.

O pensador afirma que: “Um é que a contradição existe no processo de desenvolvimento de todas as coisas, e outro é que no processo de desenvolvimento de cada coisa existe um movimento de contrários do começo ao fim.” (MAO TSÉ-TUNG, 2008) Assim temos que não existe nada que não possua contradições. Mao Tsé-Tung (2008) cita Engels para exemplificar isso e dizer que “o próprio movimento é uma contradição”. O autor explica ainda o que vem a ser o surgimento de um novo fenômeno. O surgimento de um novo fenômeno implica no surgimento de um novo conjunto de contradições em detrimento das contradições do fenômeno anterior.

Em Mao Tsé-Tung (2008) temos que a particularidade das contradições implica no fato de que cada processo tem contradições únicas, que são inerentes às características do próprio processo. Assim como o entendimento da universalidade das contradições é necessário para se compreender as condições de existência de um processo, somente com o estudo da particularidade das contradições pode-se apreender a essência de cada processo. Cada conjunto único de contradições necessita de método igualmente único para resolvê-lo. Segundo o autor, o erro daqueles que ele denomina como “dogmáticos” está justamente em não reconhecer essa

particularidade e tentar aplicar um método geral para todas as coisas. É importante, para se compreender a particularidade das contradições, estabelecer a particularidade dos dois aspectos de cada uma das contradições.

Mao Tsé-Tung (2008) afirma que em um processo onde existem duas ou mais contradições, uma delas será a contradição principal por meio da qual todas as demais contradições são influenciadas. Desta forma, ao se estudar um processo é importante se levantar qual é a contradição principal, já que esta dita o rumo de todo o processo. Os dois aspectos da contradição não se desenvolvem de maneira igual e que um deles acaba se tornando o dominante. É importante entender-se que esta posição dominante e dominado não é fixa e que em determinados momentos do processo essa posição pode se inverter. Assim temos a contradição principal e o principal aspecto de uma contradição.

O último tópico a respeito da contradição levantado pelo pensador é a identidade e a luta dos contrários. A identidade dos contrários se deve a dois fatores. O primeiro deles é que, em uma contradição, os dois aspectos contraditórios não existem um sem o outro. O segundo deles é que durante a luta entre os contrários um eventualmente se transforma no outro, ou, em outras palavras, a posição entre dominante e dominado se alterna entre eles. Mao Tsé-Tung (2008) afirma que: “a unidade entre os contrários é temporal, condicional e relativa, mas a luta dos contrários mutuamente excludentes é absoluta” (p. 12)

6.1. MATERIALISMO HISTÓRICO

O materialismo histórico é a concepção histórica sobre a qual o marxismo foi desenvolvido. Por ser uma teoria materialista, busca explicar a consciência social pelo ser social (LÊNIN, 1977). Esta tese explicitada aqui de modo bastante sintético teve sua formulação mais completa, dada por Marx no prefácio à sua obra *Contribuição para a crítica da economia política*, da qual destaca-se esta breve síntese:

“Na produção social da própria existência, os homens entram em relações determinadas, necessárias, independentes de sua vontade; essas relações de produção correspondem a um grau determinado de desenvolvimento de suas forças produtivas materiais. A totalidade dessas relações de produção constitui a estrutura econômica da sociedade, a base real sobre a qual se eleva uma superestrutura jurídica e política e à qual correspondem formas sociais determinadas de consciência. O modo de produção da vida material condiciona o processo de vida social, política e intelectual. Não é a consciência dos homens que determina o seu ser; ao contrário, é o seu ser social que determina sua consciência.” (MARX, p. 47, 2008)

Na sequência do texto Marx desenvolve a tese trazendo a noção do modo de produção como uma unidade entre forças produtivas e relações de produção. Explica como a consciência de uma época deve ser explicada sempre com base nelas.

“Do mesmo modo que não se julga o indivíduo pela ideia que de si mesmo faz, tampouco se pode julgar uma tal época de transformações pela consciência que ela tem de si mesma. É preciso, ao contrário, explicar essa consciência pelas contradições da vida material, pelo conflito que existe entre as forças produtivas sociais e as relações de produção.” (MARX, p.48, 2008)

Esta contradição na base econômica da sociedade é uma unidade dialética fundamental que governa o curso da história. É por meio das complexas relações entre as forças produtivas e as relações de produção presentes em cada modo de produção que a marcha da história avança em seu processo evolutivo. Para o autor, seja o pensamento de uma dada sociedade seja a consciência individual não pode jamais ser compreendido fora do marco destas relações.

“O modo pelo qual os homens produzem seus meios de vida depende, antes de tudo, da própria constituição dos meios de vida já encontrados e que eles têm de reproduzir. Esse modo de produção não deve ser considerado meramente sob o aspecto de ser a reprodução da existência física dos indivíduos. Ele é, muito mais, uma forma determinada de sua atividade, uma forma determinada de exteriorizar sua vida, um determinado modo de vida desses indivíduos. Tal como os indivíduos exteriorizam sua vida, assim são eles. O que eles são coincide, pois, com sua produção, tanto com o que produzem como também com o modo como produzem. O que os indivíduos são, portanto, depende das condições materiais de sua produção.” (MARX, p. 87, 2008)

Para Marx a produção, a divisão do trabalho e as relações de produção, em última instância, determinam todas as demais esferas da atividade humana. Desta forma, para o autor, a análise histórica deve partir da análise das forças produtivas. Isso acontece sobre tudo porque as relações econômicas são importantes para a determinação do ser humano enquanto indivíduo.

“Assim como Darwin descobriu a lei do desenvolvimento da Natureza orgânica, descobriu Marx a lei do desenvolvimento da história humana: o simples facto, até aqui encoberto sob pululâncias ideológicas, de que os homens, antes do mais, têm primeiro que comer, beber, abrigar-se e vestir-se, antes de se poderem entregar à política, à ciência, à arte, à religião, etc.; de que, portanto, a produção dos meios de vida materiais imediatos (e, com ela, o estágio de desenvolvimento económico de um povo ou de um período de tempo) forma a base, a partir da qual as instituições do Estado, as visões do Direito, a arte e mesmo as representações religiosas dos homens em questão, se desenvolveram e a partir da qual, portanto, das têm também que ser explicadas — e não, como até agora tem acontecido, inversamente”.(ENGELS, 2018, p. 367)

Para Marx, o indivíduo não deve ser tomado de forma isolada e sim em sua relação mútua e inevitável com a sociedade, esta última, determinada pelo desenvolvimento das forças

produtivas. Marx (2008) mostra como as contradições resultantes da divisão do trabalho no modo de produção capitalista serve como base para todas as demais contradições. Portanto, uma análise histórica baseada no materialismo histórico precisa ter como foco as relações de trabalho e as contradições oriundas desta.

A totalidade é um conceito crucial para se entender o materialismo histórico. A fim de esclarecer isso, pode-se pegar a discursão que Marx faz sobre a produção:

“O resultado a que chegamos não é que produção, distribuição, troca e consumo são idênticos, mas que todos eles são membros de uma totalidade, diferenças dentro de uma unidade. A produção estende-se tanto para além de si mesma na determinação antitética da produção, como sobrepõe-se sobre os outros momentos. É a partir dela que o processo sempre recomeça. É autoevidente que a troca e o consumo não podem ser predominantes. Da mesma forma que a distribuição como distribuição dos produtos. No entanto, como distribuição dos agentes da produção, ela própria é um momento da produção. Uma produção determinada, portanto, determina um consumo, uma troca e uma distribuição determinados, bem como relações determinadas desses diferentes momentos entre si. A produção, por sua vez, certamente é também determinada, em sua forma unilateral, pelos outros momentos. P. ex., quando o mercado se expande, i.e., a esfera da troca, a produção cresce em extensão e subdivide-se mais profundamente. Com mudança na distribuição, modifica-se a produção; p. ex., com a concentração do capital, com diferente distribuição da população entre cidade e campo etc. Finalmente, as necessidades de consumo determinam a produção. Há uma interação entre os diferentes momentos. Esse é o caso em qualquer todo orgânico.” (MARX, 2015, p. 75-76).

Podemos dessa afirmação extrair então a relação entre momento e totalidade. Temos na ideia de totalidade as categorias que são comuns a todos os momentos de um determinado processo. Cada momento tem sua própria particularidade e dessa forma a totalidade não é o suficiente para compreender cada momento isoladamente. Se fizermos um análogo para história da ciência, que é o objeto de estudo do presente trabalho, perceberemos, que ao se analisar a totalidade de um contexto histórico no qual uma teoria científica está inserida, será possível levantar categorias que permitem entender esse contexto. No entanto a ciência estabelece relações individuais com cada uma das partes da sociedade as quais não são possíveis de serem entendidas completamente só pela ideia da totalidade.

Afim de compreender um pouco mais a importância das relações econômicas, podemos recorrer a Lukács (2018) que afirma que a teoria de Marx desenvolve uma complexa ontologia de um ser social. Ainda segundo o autor, existem três ontologias existentes, elas são: a ontologia geral, a ontologia do ser biológico e a ontologia do ser social. A ontologia do ser geral, segundo o autor, é composta pelas características comuns a tudo aquilo que existe. O autor aponta que em determinado momento, no curso do seu desenvolvimento, a matéria se organiza de uma forma mais complexa que a existente dando origem a vida e uma consequente ontologia do ser

biológico. Por fim, de acordo com o autor, em um determinado momento o ser humano por meio do trabalho supera sua natureza enquanto ser biológico e assume o caráter de um ser social. Assim, segundo o autor, a superação de uma ontologia do ser biológico para uma ontologia do ser social, acontece devido ao trabalho. É importante ressaltar, que conforme é explicado pelo autor, superação aqui tem o sentido hegeliano, contendo tanto aspectos de ruptura quanto de continuidade.

6.2. AS CIÊNCIAS DA NATUREZA E O MATERIALISMO DIALÉTICO

Findada pois essa apresentação sobre os pontos-chaves do materialismo histórico e dialético, passamos à reflexão sobre as relações entre as ciências da natureza, em especial, a física, e o materialismo dialético.

Um dos pressupostos fundamentais da concepção de mundo materialista dialética é a existência da matéria e seu movimento independentemente e à parte da consciência. Contudo, a identificação imediata do caráter de realidade dos fenômenos que nos circundam estava presente nas formas menos desenvolvidas do materialismo chamadas de materialismo metafísico. Nestas formas primitivas do materialismo as diferentes partes que compõem um processo ou um sistema não estão em interrelação e são vistas como porções isoladas e estáticas, sem desenvolvimento. Quando muito o desenvolvimento ou evolução das formas da matéria são vistos, pelo materialismo pré-marxista como mero aumento ou diminuição, sendo incapaz de explicar a diversidade qualitativa dos fenômenos como produto do próprio desenvolvimento da matéria. Assim o materialismo mecanicista, por sua natureza dogmática e sua raiz metafísica foi incapaz de explicar e incorporar as novas descobertas das ciências da natureza. Por esta razão a concepção de mundo idealista encontrou terreno limpo à sua frente para difundir visões teológicas transcendentais para tentar interpretar as novas descobertas das ciências. Fataliev (1966) ao discutir “o elo histórico entre o aparecimento do materialismo dialético e o desenvolvimento das ciências da natureza” afirma que no ano 1840, o desenvolvimento das ciências da natureza foi tal que tornou evidente a limitação do materialismo dogmático, explicitando a natureza materialista dialética dos fenômenos por elas estudados. Afim de corroborar com sua afirmação o autor se propõe a responder duas perguntas:

1. A que se devia o caráter mecanicista e limitado, metafísico, da representação da ciência da natureza nos séculos XVII e XVIII e qual a relação entre o conteúdo científico e teórico do progresso das ciências nessa época e a dialética materialista?
2. Que descobertas serviram de ponto de partida para a nova via antimetafísica do desenvolvimento das Ciências teóricas, que criou, por volta de 1840, as condições

científicas que permitiram o nascimento do materialismo dialético?” (FATALIEV, p. 34, 1966)

Fataliev (1966) diz que no século XVII, os princípios da mecânica clássica conseguiam explicar com certa facilidade a maior parte dos fenômenos conhecidos. Isso fez com que, segundo o autor, os conceitos desenvolvidos para essa área de conhecimento fossem trados como leis universais por alguns pensadores. O que resultou em uma generalização do pensamento mecanicista para toda a natureza e, logo adiante, para a sociedade.

Fataliev (1966) afirma que o desenvolvimento de uma experimentação que tratava os objetos naturais de maneira isolada de seu contexto natural e histórico fez com que cientistas pensassem que isso era um processo universal. Tal processo, segundo o cientista soviético, resultou na concepção de que os métodos exclusivamente experimentais que resultam em uma compartimentação dos processos da natureza constituíam a base de todo o conhecimento científico. A generalização para o campo filosófico dessa percepção da natureza como sendo composta por partes isoladas e imutáveis permitiu que se desenvolvesse uma ideia metafísica nas ciências da natureza. Isso fica evidente na hipótese da existência dos chamados imponderáveis, como por exemplo o Flogisto.

Fataliev (1966) afirma que a burguesia necessitava de algo que ajudasse a justificar a ideia de uma suposta eternidade da ordem capitalista. Essa classe encontra justamente neste pensamento metafísico e mecanicista a justificava que precisavam. Isto, juntamente com os outros fatos citados, contribuíram para que essa visão fosse difundida entre os pensadores da época.

Fataliev (1966) afirma que é preciso diferenciar o conteúdo da ciência dos séculos XVII e XVIII e a filosofia dominante da mesma época. Portanto, apesar da filosofia da época ser de caráter predominantemente metafísico e mecanicista, o conteúdo científico sempre foi regido, em maior ou menor grau, pelas leis da dialética. Fataliev (1966) diz o seguinte sobre esta relação:

“Entre o conteúdo científico e teórico objetivo da Mecânica e as concepções mecanicistas e metafísicas da natureza então dominantes, existia uma contradição interna latente. Mas era impossível, na época, pô-la em evidência e lançar as bases de uma Filosofia dialética e materialista.” (p. 43)

Fataliev (1966) diz que a ideia metafísica estava pautada principalmente sobre a existência dos chamados imponderáveis. É da refutação desses que parte a crítica do pensamento metafísico nas ciências da natureza. Afim de corroborar com sua afirmação, o autor

destaca o nome Mikhail Lomonosov¹ que viveu entre os anos de 1711 e 1765. No campo da termodinâmica, de acordo com o cientista soviético, Lomonosov refuta a ideia do flogisto, apresentado a teoria molecular cinética do calor. Lomonosov teria ainda se pronunciado contra a ideia de imponderáveis no campo da eletricidade e da ótica.

Fataliev (1966) diz que Lomonosov trouxe também contribuições para um pensamento antimetafísico também no campo da geologia. Lomonosov se opõe a ideia dominante na época de que toda a superfície da Terra e sua estrutura eram imutáveis. Ele contrapõe esse fato a ideia de camadas terrestre, dando assim uma explicação para a história do desenvolvimento geológico.

Para Fataliev (1966), no entanto, a teoria de Lomonosov que melhor demonstra esse caráter antimetafísico da natureza é sua lei universal da conservação da matéria e da quantidade de movimento. Essa lei é expressada da seguinte forma:

“...todas as mudanças que ocorrem na natureza se produzem de tal maneira que o que é acrescentado num domínio é suprimido em outro. Por exemplo, todo aumento de massa em um corpo tem por corolário a diminuição de massa de outro... Essa lei da natureza é de tal modo geral que é válida mesmo para o movimento: um corpo que, por choque, comunica um movimento a outro corpo, perde certa quantidade de seu movimento para comunica-lo a esse outro corpo.” (LOMONOSOV, 1950, citado por FATALIEV, 1966, p 47)

Para Fataliev (1966) tal importância está no fato que esta lei demonstra a interdependência e a ligação dos diversos fenômenos naturais.

Fataliev (1966) levanta descobertas científicas em quatro ramos que foram essenciais para a formação das concepções materialistas dialéticas das ciências da natureza, são eles: a física, a química, a geologia/cosmogonia e biologia. No campo da física temos a descoberta de diversas leis sobre outros tipos de movimento que não o mecânico: a termodinâmica e a elétrica. Segundo o autor, os estudos da época permitiram ainda a transformação de uma forma de movimento na outra. Isso combinado a descoberta da lei da conservação da energia, tornaram impraticável no ramo da física o uso dos chamados imponderáveis. No campo da Química o entendimento dos fenômenos químicos como a reorganização atômica resultou no entendimento que uma mudança quantitativa da matéria poderia trazer resultados qualitativos

¹ Miguel Vasilevich Lomonosov (1711-1765) foi cientista e filósofo russo que estudou tanto na Academia Esclavo-Grego-Latina de Moscou, na Academia de Moguilan e na Academia de Ciências de Petersburgo. Em 1741 retorna para Rússia onde ingressa na Academia de Ciências. Lomonosov era materialista tanto nas ciências da natureza, quanto no método científico. Suas mais importantes contribuições estão nos campos da filosofia, química e física.

e provou que existe uma relação entre a matéria orgânica e a inorgânica. No campo da geologia/cosmogonia, temos que tanto a Terra como o sistema solar como um todo passam a ser entendidos como sendo mutáveis e tendo uma história, a de sua formação e desenvolvimento. Isso deu força para as ideias sobre a evolução. Por fim no campo da biologia temos a descoberta da célula, que permitiu o estabelecimento de uma base material única de todos os seres vivos.

Mesmo após esses apontamentos, Fataliev (1966) reconhece que apesar do conteúdo das ciências da natureza evidenciar o caráter materialista dialético da realidade objetiva, os sábios continuaram dando explicações metafísicas para suas descobertas. Isso estaria fortemente relacionado ao fato de que uma concepção metafísica favorece os ideais de uma burguesia que se torna reacionária após as revoluções burguesas. Tal fato pode ser observado na deturpação metafísica de diversas teorias que foram surgindo ou ainda daquelas que deram a base para o materialismo dialético aparecer. Dentre as deturpações podemos destacar a ideia de que a conservação da energia resultaria em que todas as formas de movimento são uma aplicação do movimento mecânico e a ideia de que a diferença entre organismos unicelulares e multicelulares estava apenas na quantidade de células.

Estabelecido o elo histórico entre as ciências da natureza e o materialismo dialético, é necessário então aprofundar aquela que parece ser a principal ligação entre os dois no campo da filosofia da ciência, a indivisibilidade entre matéria e movimento, etapa esta que será feita posteriormente neste trabalho. Essa indivisibilidade transcorre por diversos autores marxistas como Fataliev (1966), Lênin (1975) e Engels (2015). Para os três autores, a ideia de matéria sem movimento ou movimento sem matéria é tido como absurda.

7. PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA

A Pedagogia Histórico-Crítica proposta por Dermeval Saviani tem como base o materialismo histórico. Tal teoria surge como uma resposta de Saviani (1995) ao problema da marginalização educacional sofrida por alguns indivíduos. No entanto, antes de explicar sua teoria propriamente dita, o autor primeiro analisa as teorias educacionais existentes à época. Para isso ele as divide em dois grandes grupos de acordo com a resposta dada por cada uma dessas teorias para este problema. O primeiro grupo Saviani denomina como sendo “teorias não-críticas”. De acordo com o filósofo, esse grupo afirma que a marginalização dos alunos era um desvio educacional e poderia ser resolvida dentro do próprio processo educacional. O autor lista e explica algumas teorias pedagógicas presentes nesse grupo a fim de exemplificar a sua ideia, são elas: a pedagogia tradicional, a pedagogia nova e a pedagogia tecnicista. O segundo grupo é denominado por Saviani como “teorias crítico-reprodutivistas”. Neste grupo entram teorias que dizem que a marginalização é consequência do processo educacional e por isso esse problema não pode ser resolvido no processo educacional, pois o processo educacional está sujeito a reproduzir as mazelas da sociedade. Essas teorias, segundo o autor, não podem ser consideradas como teorias pedagógicas, pois não apresentam uma discussão sobre como a escola deveria ser. Tais teorias, de acordo com o autor, apenas se limitam a descrever e analisar o funcionamento da escola. As teorias desse grupo, explicadas pelo autor para exemplificar esse grupo são: teoria do sistema de ensino enquanto violência simbólica, teoria da escola enquanto aparelho ideológico de estado e teoria da escola dualista. Saviani ressalta então a necessidade de se fazer uma teoria pedagógica crítica, pois segundo ele:

“Em relação à questão da marginalidade ficamos, pois, com o seguinte resultado: enquanto as teorias não-críticas pretendem ingenuamente resolver o problema da marginalidade através da escola sem jamais conseguir êxito, as teorias crítico-reprodutivistas explicam a razão do suposto fracasso. Segundo a concepção crítico-reprodutivista o aparente fracasso é, na verdade, êxito da escola; aquilo que se julga ser disfunção é, antes, a função da própria escola.” (Saviani, p. 40, 1995)

Havendo explicado, de uma maneira geral, as teorias educacionais de sua época, Saviani (1995) volta seus olhares a teoria hegemônica. Para isso, o autor aprofunda sua crítica à chamada “Escola Nova”. Para isso autor utiliza do que chama de teoria da curvatura da vara. O autor explica essa teoria da seguinte forma: imagine uma vara curvada completamente para um lado, algumas pessoas diriam que a melhor maneira de resolver isso seria curvando a vara completamente para o outro lado. Segundo Saviani, seria justamente isso o que a escola nova faz ao apresentar a sua oposição à pedagogia tradicional, apenas tende a tomar o caminho oposto

da teoria que critica, sem fazer uma reflexão adequado dos seus pressupostos. A crítica de Saviani é expressa por meio de três teses.

A primeira tese é dita assim pelo autor: “do caráter revolucionário da pedagogia da essência e do caráter reacionário da pedagogia da existência” (SAVIANI, p.48, 1995). Para entender essa tese será feita uma breve reflexão histórica visando compreender as filosofias da essência e da existência descritas por Saviani (1995). Durante a antiguidade, sobretudo na Grécia Antiga, os escravos não eram considerados seres humanos. Sendo assim, apenas aos senhores de escravos cabia a categoria de ser humano e, por consequência, a essência de homens livres. Já na idade média a essência humana passa a ser atribuída a um édito divino, e as diferenças entre as classes era explicada pela diferença de suas essências. Alguns nasceram como nobres e senhores feudais, destinados a gozar de todos os privilégios, enquanto outros estavam previamente condenados à servidão durante toda a existência. Assim dividia-se a essência humana como essências imutáveis e naturais de senhores e servos, justificando assim as diferenças sociais. Já para a burguesia revolucionária, no período do desenvolvimento capitalista, surge a ideia de que todos os seres humanos são iguais em essência e que as diferenças entre eles não são diferenças naturais, mas sociais e meramente acidentais. Desta forma as diferenças de liberdade existentes iam contra a ordem natural das coisas. Neste contexto, a filosofia da essência burguesa leva a burguesia à defesa intransigente da igualdade essencial entre os homens e logo, a partir desta filosofia, emergirá uma pedagogia da essência. Esta assume um caráter necessário para que a burguesia difunda suas ideias revolucionárias, e, por consequência, se torne revolucionária.

“... é sobre essa base de igualdade que se vai estruturar a pedagogia da essência, e, assim que a burguesia se torna a classe dominante, ela vai, a partir de meados do século XIX, estruturar os sistemas nacionais de ensino e vai advogar a escolarização para todos. Escolarizar todos os homens era condição para converter os servos em cidadãos, era condição para que esses cidadãos participassem do processo político, e, participando do processo político, eles consolidariam a ordem democrática, democracia burguesa, é óbvio. Mas o papel político da escola estava aí muito claro. A escola era proposta como condição para consolidação da ordem democrática.” (SAVIANI, 1995, p. 51 e 52)

Em um segundo momento, com a burguesia já tendo se firmado como classe dominante, a ideia de que todos são iguais deixa de atender os interesses desta classe. Surge a ideia de que todos os seres humanos são diferentes por essência, e, assim, a filosofia da essência dá lugar à filosofia da existência. Para atender os anseios da burguesia a chamada “pedagogia da existência” necessita ser reacionária. Ou seja, passa a buscar justificativas para as desigualdades

não mais através de uma filosofia da essência que trata todos como iguais, mas sim através da filosofia da existência que naturaliza as diferenças.

Saviani (1995) descreve a pedagogia tradicional como sendo uma organização escolar centrada no professor, o qual transmite o acervo cultural para os alunos, e a estes cabia apenas absorver aquilo que lhes foi ensinado. Já na pedagogia nova, segundo o autor, o foco da organização escolar deixa de ser o professor, e se torna o aluno, desta forma a um deslocamento da importância do conteúdo para a metodologia. Nas palavras do autor: “Em suma, trata-se de uma teoria pedagógica que considera que o importante não é aprender, mas aprender a aprender.” (Saviani, 1995, p.21)

A segunda tese diz a respeito destas duas correntes pedagógicas. Saviani (1995) enuncia da seguinte maneira: “do caráter científico dos métodos tradicionais e do caráter pseudo-científico dos métodos novos” (p.48). Os métodos tradicionais dizem respeito aos métodos difundidos pela pedagogia tradicional e os métodos novos dizem respeito aos métodos difundidos pela pedagogia nova.

Em relação ao método tradicional, o autor diz que, ao contrário do que é difundido pela Escola Nova, ele não se trata, de um método medieval e pré-científico. Na verdade, segundo o autor, esse método só foi criado e difundido nas escolas, da forma como conhecemos, após a revolução industrial. A escola nova faz tal afirmação na tentativa de afirmar sobre a necessidade de surgir um método de ensino científico, e afirmar seu método como sendo este. Afim de corroborar com sua segunda tese Saviani (1995) exemplifica esse método por meio dos cinco passos formais de Herbart. Esses passos são: o da preparação, o da apresentação, o da comparação e assimilação, o da generalização e por fim o da aplicação. Com o objetivo de comparar com os passos do ensino herbartiano, o autor apresenta também quais são os três momentos do método indutivo de Bacon, eles são: observação, a generalização e o da confirmação. Para o autor os três primeiros passos do método herbartiano correspondem à observação no método indutivo. Pois nesse momento o aluno consegue identificar aquilo que é diferente dentre as informações que já são previamente conhecidas. O passo da generalização tem seu correspondente de mesmo nome no método indutivo. O autor justifica isso ao afirmar que enquanto no método educacional o aluno consegue identificar os mais diversos lugares onde se encaixam o conteúdo aprendido, no método indutivo é quando são extraídas as informações gerais de observações específicas. Já o passo da comparação corresponde ao

momento da confirmação, pois é nesse passo que o aluno confirma se apreendeu ou não o conteúdo ensinado pelo professor.

Saviani (1995) afirma que enquanto a pedagogia tradicional se baseava nos resultados da ciência, a escola nova se concentrava no processo de desenvolvimento da ciência. Em outras palavras, o autor diz que a escola nova tentou transformar o ensino em uma espécie de pesquisa. Isso se evidencia na descrição que é feita pelo autor dos cinco passos do ensino novo:

“... o ensino seria uma atividade (1º passo) que, suscitando determinado problema (2º passo), provocaria o levantamento dos dados (3º passo), a partir dos quais seriam formuladas as hipóteses (4º passo) explicativas do problema em questão, envolvendo alunos e professores, conjuntamente, a experimentação (5º passo), que permitirá confirmar ou rejeitar as hipóteses formuladas.” (SAVIANI, 1995, p.57)

Isso resulta em dois problemas o ensino era prejudicado e a pesquisa era inviabilizada. É por isso que o autor afirma na segunda tese que existe um caráter pseudocientífico nos métodos novos. O autor justifica isso ao afirmar que a pesquisa precisa de uma boa definição sobre o que é conhecido e o que é desconhecido. Essa definição não pode ser feita com base no individual e sim no social. Como a escola nova toma essa definição com base no individual, isso acarretaria em uma artificialização da pesquisa, e, conseqüentemente, um empobrecimento do processo de ensino.

A terceira tese é enunciada da seguinte forma: “de como, quanto mais se falou em democracia no interior da escola menos democrática foi a escola, e de como, quando menos se falou em democracia, mais a escola esteve articulada com a construção de uma ordem democrática” (Saviani, p.48, 1995). A explicação para isso, segundo o autor, se dá em três pontos. O primeiro deles é que apenas a elite se beneficiou em um primeiro momento dos métodos da Escola Nova. As classes populares não tiveram acesso a esses métodos e nunca pediram por esses métodos. Isso nos leva ao segundo ponto, que é a necessidade da aquisição dos saberes escolares para que a escola consiga cumprir o papel democrático. O terceiro ponto é que a instituição da escola tradicional veio justamente para servir como elementos base para a democracia. Dessa forma, por mais autoritários que os professores fossem, eles estavam fazendo seu papel para o surgimento de uma sociedade democrática.

Uma leitura apressada das obras de Saviani pode levar a acreditar que ele faz nessa parte uma defesa da pedagogia tradicional. No entanto, Saviani defende que se surja uma pedagogia verdadeiramente crítica, que consiga ir “para além da teoria da curvatura da vara” (1995, p. 69).

Isso só é possível, para o autor, por meio de uma pedagogia que consiga superar as dicotomias existentes entre a pedagogia tradicional e a pedagogia nova.

Saviani (1995) destaca, ainda, quais são os cinco passos que devem estar presentes no processo educativo de acordo com esta pedagogia, são eles: prática social, problematização, instrumentalização, catarse e prática social. É salientar que esses passos não devem ser tomados como etapas rígidas, como explicado por Martins e Lavoura (2018). Os autores afirmam ainda que estes passos devem ser entendidos como passos dialéticos que se alternam e, em alguns momentos, coexistem durante o processo educativo.

A pedagogia histórico-crítica no ramo da educação em ciências é um campo relativamente novo. Existe um esforço de alguns autores para o estabelecimento deste ramo, como pode ser observado nos trabalhos Massi et al (2019) e Messeder Neto e Moradillo (2020). Massi et al (2019) fazem uma análise de diversos trabalhos que fazem uma interseção entre a pedagogia histórico-crítica e o ensino de ciências. Dessa forma, os autores analisaram trabalhos que foram publicados entre 1992 e 2017, sendo possível perceber um considerável aumento do número de trabalhos publicados na área a partir de 2013. Já Messeder Neto e Moradillo (2020) trazem uma análise do que chamam de um cenário de pós-verdade com base no materialismo histórico dialético. Os autores ainda trazem no texto a importância da pedagogia histórico-crítica para combater o relativismo científico. O presente trabalho se posiciona justamente dentro deste esforço de inserir a pedagogia histórico-crítica no ramo da educação em ciências.

8. A ABORDAGEM DE ENSINO

Afim de se caracterizar essa abordagem de ensino, foram criadas sete diretrizes, são elas: as raízes econômico-sociais da relatividade dos movimentos, a unidade relativo e absoluto, a unidade repouso e movimento, a unidade matéria e movimento, a unidade espaço e tempo, da prática social à teoria e da teoria à prática social, e a transmissão do conhecimento científico como parte do acervo cultural da humanidade.

Essas diretrizes são categorias que caracterizam e dão fundamento à abordagem e podem ser divididas em três grupos. O primeiro, composto apenas pela diretriz as raízes econômico-sociais da relatividade dos movimentos, diz respeito à perspectiva historiográfica da história da ciência presente na abordagem de ensino e é o que confere a ela seu conteúdo baseado no materialismo histórico. O segundo grupo de diretrizes é composto pelas unidades relativo e absoluto, movimento e repouso, matéria e movimento, e espaço e tempo. Tais categorias dizem respeito aos aspectos da filosofia da ciência presentes na abordagem e que estabelecem a conexão entre o materialismo dialético e os conceitos científicos. Por fim, o terceiro grupo, composto pelas diretrizes educacionais: da prática social à teoria e desta à prática social, e a transmissão do conhecimento científico como parte do acervo cultura da humanidade. Essas categorias são o que fundamenta a concepção pedagógica da abordagem defendida no presente trabalho: a pedagogia histórico-crítica.

Tais tópicos são demasiado complexos e, portanto, não seria possível esgotá-los neste trabalho. Desta forma, optou-se por introduzir os elementos teórico-filosóficos constituintes das referidas categorias apontando, então, diretrizes que auxiliarão professores e pesquisadores no entendimento da abordagem.

Antes de entrar na discussão sobre as categorias propriamente é necessário contextualizar historicamente a etapa do curso de desenvolvimento em que a ciência se encontrava na época em que o conceito de relatividade dos movimentos foi formulado por Galileu. A respeito disso, Engels (1968) discute que a ciência como conhecemos atualmente tem origem por volta da segunda metade do século XV. Essa época foi marcada por um intenso processo de transformação social e econômico, no qual a Europa transitava do modo de produção feudal rumo ao capitalista. Para Engels (1968), a transformação no modo de produção do artesanal para a manufatura foi o ponto de partida para o posterior desenvolvimento da moderna grande indústria. Fataliev (1968) aponta alguns marcos temporais que indicam a

caracterização deste período da gênese do desenvolvimento da ciência moderna em duas fases. A primeira delas teria origem justamente na segunda metade do século XV e começa a perder força a partir da segunda metade do século XVIII. É neste momento, então, que começa a surgir a segunda fase da ciência moderna.

Hessen (1992) cita três áreas da sociedade que foram determinantes para o desenvolvimento da ciência em sua primeira fase:

- As vias e os meios de comunicação,
- A indústria,
- A atividade militar.

Nessa primeira fase da ciência os principais desenvolvimentos, de acordo com Engels (1968), estão focados sobretudo na mecânica dos corpos celestes e terrestre (em especial com sua unificação) e na matemática. Algumas outras áreas como biologia, química e geologia ainda se encontravam em seus estados iniciais. A ciência nessa época tinha um problema crucial no que diz respeito a sua visão da matéria como sendo algo estático e imutável. No campo da astronomia, isso se reflete tanto na ideia de que as estrelas estavam fixas e eram sempre iguais, quanto na ideia de que os planetas desde a sua criação haviam sido postos em um movimento elíptico e assim permaneceriam até o fim dos tempos. Na geologia, temos a ideia de que Terra era sempre a mesma, com seus cinco continentes imóveis. Na biologia, tem-se a ideia de as plantas e os animais que cobrem a terra sempre haviam sido os mesmos desde sua origem. Tudo isso favorecia a concepção metafísica que se tinha sobre a matéria.

Engels (1968) ressalta que à medida que a ciência se desenvolveu na sua segunda fase, essa concepção de matéria vigente perdia cada vez mais força. Entre as descobertas que possibilitaram isso, podemos destacar a descoberta do movimento daquelas que eram chamadas de estrelas fixas e a lei da conservação da energia. Dessa forma, essa noção de uma matéria imutável começou a ser abandonada por cada vez mais pensadores.

8.1. AS RAÍZES ECONÔMICO-SOCIAIS DA RELATIVIDADE DOS MOVIMENTOS

Nesta seção, buscou-se desenvolver a categoria central que fundamenta a abordagem de ensino proposta, as raízes econômico-sociais da relatividade dos movimentos. Essa concepção está relacionada com o caráter interdisciplinar da abordagem desenvolvida por meio da

concepção de história da ciência que este trabalho defende. Essa concepção parte da tese fundamental do materialismo histórico, anteriormente explicitada, segundo a qual as relações políticas econômicas e sociais são determinadas em última instância pelas relações de produção (MARX, 2008).

O surgimento, na história, da noção de relatividade dos movimentos é parte de um conjunto de transformações profundas no pensamento científico e filosófico de toda a Europa do século XVI, causado pela emergência do novo modo de produção, o modo de produção capitalista. Esse período, como afirmado anteriormente, corresponde justamente a gênese da ciência moderna e está marcado por sua noção da matéria como sendo imutável (Engels, 1968).

Fataliev (1966) traz a seguinte definição do que vem a ser a história marxista da ciência:

“Baseando-se na doutrina do materialismo histórico fundada por eles, Marx e Engels mostraram que não é na criação livre de sábios isolados que se deve buscar a chave que permite compreender a história das Ciências da Natureza nem nas propriedades da razão, como afirmavam ainda hoje os historiadores burgueses, mas no desenvolvimento da produção, nas necessidades da prática social e da vida material da sociedade, que ‘desde o começo, o nascimento e o desenvolvimento das Ciências são condicionados pela produção’ [citação de Engels, 1952]” (p. 35)

Esta crítica à incapacidade dos historiadores burgueses em compreender a história das ciências da natureza apontando que estes se apoiavam nas propriedades da razão, no extrato acima reproduzido, está relacionada a uma história da ciência que se baseia no chamado problema de Kant. Isto é, uma história da ciência que é feita pensando nos problemas da demarcação e delimitação da ciência. Tal importância, ainda hoje, pode ser percebida na história da ciência contemporânea, como pode ser percebido em Calazans e Ribeiro (2020). Os autores aferiram uma forte tendência historiográfica na história da ciência centrada em reflexões epistemológicas sobre a natureza da ciência (NdC) que tem como pano de fundo os problemas da delimitação (o que é a ciência, quais seus limites, etc.) e da desmistificação da ciência e do papel dos cientistas. Toda a interseção entre a história e filosofia da ciência era feita com base nesses termos.

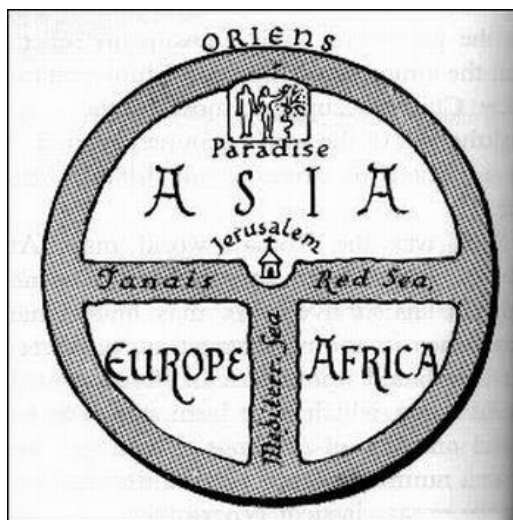
Fataliev (1966) relaciona a produção da vida material com as ciências da natureza afirmando que é o desenvolvimento das forças produtivas que cria as condições materiais e as ferramentas necessárias para o desenvolvimento científico. O autor ressalta, ainda, a importância de levar-se em conta, ao analisar a história da ciência, a luta de classes e as ideias da classe dominante.

Assim, tomando como base uma história da ciência que tenha por base o materialismo histórico, para compreender-se um determinado estágio de desenvolvimento da ciência é preciso entender primeiro a sua base econômico-social. No que diz respeito a relatividade dos movimentos, defendemos que as suas raízes econômico-sociais são a revolução econômica e comercial que aconteceu nos séculos XV e XVI.

A relação de produção na Grécia antiga estava centrada na cidade, como mostra Lukács (1966). Desta forma estava centrada nela também a vida da sociedade. Durante a idade média, pouco mudou em relação a isso, ocorrendo apenas uma transferência da centralidade da cidade para o feudo. Marx (1999) diz que o mercado dessa época era predominantemente local, existindo apenas pequenas trocas entre feudos. É somente com a revolução comercial dos séculos XV e XVI e as grandes navegações que são rompidas as barreiras impostas pela economia feudal destruindo os limites do mercado local que se transforma em um mercado mais amplo, assumindo um caráter global preparando, assim, as condições para o futuro estabelecimento de um mercado mundial.

Essa transformação na sociedade, apesar de trazer consequências desastrosas para as sociedades dominadas (Kosminsky, 1960), permitiu que o homem europeu transformasse sua forma de ver o mundo. Entre os principais motivos para isso estão a concentração cada vez maior de capital na burguesia emergente e a transformação da concepção de mundo do europeu, que deixa de ser aquela centrada na Europa, e se aproxima cada vez mais do mundo real. Isso pode ser percebido quando comparamos o mapa T e O (Figura 1), que representava o mundo na idade média com a carta universal desenhado por Diego Ribero em 1529 (Figura 2). Na figura 1, é possível observar uma representação do mundo centrada na cidade de Jerusalém, centro religioso de cristão e judeus, com a representação dos continentes europeu, asiático e africano, sem uma preocupação mais detalhada com as formas destes continentes. Já na figura 2, pode-se observar uma representação mais próxima do mundo como conhecemos hoje, onde há alguma representação da América e as formas dos continentes já aparecem melhor representadas.

Figura 1 – Mapa T e O



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Figura-03-Mapa-da-Idade-Media-em-forma-de-disco-Demonstrado-a-utilizacao-das-letras-T_fig2_272885817 ultimo acesso: 12 de junho de 2022

Figura 2 – Carta Universal de Diego Ribero



Fonte: <http://www.mapas-historicos.com/diego-ribero.htm> último acesso: 12 de junho de 2022

Essa transformação social, provocada pelo desenvolvimento da manufatura e a elevação do comércio a uma escala nunca antes atingida, se refletiu nos mais diversos campos do pensamento, como a arte, filosofia e a ciência. Na arte, temos a introdução da noção de perspectiva, juntamente com isso, os quadros deixavam de contar apenas uma história, que normalmente era uma imagem sacra ou algo relacionado a nobreza e passavam a também conter acontecimentos paralelos a figura central, como, por exemplo, pessoas conversando sobre outros assuntos ou fazendo coisas completamente desconexas com a figura central. Tal ideia pode ser percebida nas figuras 3 e 4. Enquanto na figura 3 todos os elementos estão situados no mesmo plano com as ações centradas sobre a figura do rei, na figura 4 é possível perceber que

os objetos estão distribuídos em diversos planos e com diferentes acontecimentos, que independem da ideia central do quadro.

Figura 3: Arte Medieval



Fonte: <https://cafeteriapublicitaria.wordpress.com/2018/06/23/arte-medieval-caracteristicas-e-estilos-de-um-periodo-que-durou-quase-1000-anos/> último acesso: 30 de maio de 2022

Figura 4: Arte pós-revolução comercial



Fonte: <https://www.e-konomista.pt/arte-renascentista/> último acesso: 30 de maio de 2022

Em uma sociedade centrada na localidade surge a teoria de movimento feita por Aristóteles. Tal concepção dividia o movimento em dois grupos. No movimento natural, os corpos o faziam devido a sua tendência de ocupar sua posição natural que era dada em função da sua composição. Uma pedra tende a cair porque seu lugar natural na estrutura do universo

aristotélico fechado e hierarquicamente disposto é junto à terra. Já o segundo tipo de movimento era chamado de movimento forçado. Esse tipo de movimento era chamado assim, pois, aconteceria somente na presença de uma força, isto acontece porque à época acreditava-se que a tendência natural dos corpos era ficar em repouso. A velocidade neste tipo de movimento dependia então do valor da força aplicada sobre o corpo e da resistência do meio em que o corpo está inserido. Os corpos então, quando submetidos a uma força, se moveriam até que essa força aplicada sobre eles se esvaísse. Para Aristóteles essas duas formas de movimento não poderiam acontecer ao mesmo tempo, assim, a parábola na verdade seria uma ilusão de ótica formada pela nossa mente na tentativa de explicar o movimento. Devido a isso, pode-se afirmar que Aristóteles tinha uma concepção não relativa dos movimentos.

Com as transformações ocorridas devido a revolução econômica e comercial dos séculos XV e XVI e as grandes navegações a ideia de um movimento relativo passa não só a ser possível como necessária para que navegadores pudessem se orientar em auto mar. É em função disso, que Galileu apresenta no século XVI sua relatividade dos movimentos, que assume um caráter relativo não só do movimento como também do espaço.

8.2. A UNIDADE ABSOLUTO E RELATIVO

A primeira diretriz do grupo das categorias que tratam sobre os aspectos de filosofia da ciência é a unidade absoluto e relativo. Apesar desta unidade de contrários não ser principal, ela é necessária para o entendimento das demais unidades, por se tratar de uma categoria geral presente na lógica dialética. Por essa razão foi feita a escolha de abordá-la antes das outras unidades. Landau e Rummel ([19--]) mostram que quando se tenta definir se um corpo inercial está em movimento ou repouso, é necessário que isso seja feito em relação a um outro referencial. Assim, apesar de, na relatividade dos movimentos, a unidade relativo e absoluto surgir na tentativa de se explicar o movimento com base na materialidade, ela se faz necessária para o entendimento deste conteúdo.

A unidade dialética entre absoluto e relativo se enquadra dentro de uma série de oposições polares que fazem parte do movimento do pensamento humano como análise e síntese, abstrato e concreto, verdade e erro, indução e dedução, imediato e mediado, etc. São parte das conquistas do pensamento da humanidade em sua busca incessante por conhecer a natureza e a si mesmo, o homem em sociedade. O estudo das formas, métodos e instrumentos do pensamento em seu movimento no interior dessas oposições polares é objeto do campo da

filosofia denominado lógica (LEFEBVRE, 1979). Na lógica formal, a existência da contradição é apreendida como uma oposição rígida entre dois polos. Por exemplo, na oposição entre verdade e erro ou verdade e falsidade ambos os lados da oposição estão absolutamente fora um do outro. Isso significa que uma coisa só pode estar certa ou errada². Jamais pode-se conceber, do ponto de vista da lógica formal, uma proposição que seja verdadeira e falsa simultaneamente.

Já na lógica dialética, a contradição é a própria forma de existência das coisas e processos da natureza, da sociedade e do pensamento. Portanto, os aspectos da contradição existem em constante interação (luta e unidade de contrários), coexistem em um mesmo objeto, fenômeno ou processo e de forma simultânea. Assim, uma proposição pode ser verdadeira e falsa simultaneamente, pois, é certa na medida e grau em que corresponde com o mundo objetivo e é falsa na proporção em que não há correspondência com o este.

Dai infere-se a relação dialética entre absoluto e relativo. O pensamento não-dialético, ou pautado pela lógica formal, de um lado, afirma a verdade absoluta, trata-se, segundo Lefebvre (1979), de uma concepção que toma a verdade como dogma (dogmatismo). De outro lado, o pensamento não-dialético afirma a negação igualmente absoluta desse pensamento caindo no relativismo ou ceticismo. Segundo o autor, “em face de toda verdade aparentemente estabelecida e que se pretende absoluta o pensamento em movimento implica um momento de dúvida (o espírito crítico), de negação, de ceticismo, de relativismo” (LEFEBVRE, 1979, p.97). Contudo, o autor chama a atenção para o fato de que este momento de negação é apenas um momento inicial que deve ser superado pelo conhecimento dos limites postos pelo estágio efetivamente alcançado por nosso conhecimento. Essa é a concepção do relativismo dialético que admite a relatividade de nossos conhecimentos não no sentido da negação da existência de uma verdade objetiva, mas no sentido de uma constante superação dos limites do conhecimento humano.

Lenin (1975) exemplifica a questão da unidade relativo e absoluto, no que diz respeito a verdade, por meio da lei de Boyle. Esta lei diz que o volume de gás é inversamente proporcional à pressão exercida sobre este gás. É sabido, no entanto, que tal lei só é válida para sistemas com temperatura constante e, por tanto, só é uma verdade absoluta dentre de certos

² Princípio do 3º excluído na lógica aristotélica. Para qualquer proposição, ou esta proposição é verdadeira, ou sua negação é verdadeira.

limites. Essa lei é um exemplo da unidade relativo e absoluto, no que diz respeito a questão da verdade.

Ao adentrarmos na relatividade dos movimentos, temos que a relatividade de Galileu se apresenta como sendo um exemplo dessa relação. A diferença entre a relatividade de Galileu e a relatividade restrita se dá por meio da aplicação da constante de Lorentz na segunda. Essa constante pode ser definida pela seguinte equação:

$$L = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Onde L é constante de Lorentz, v é a velocidade do referencial e c é a velocidade da luz no vácuo. Como a velocidade da luz no vácuo é muito grande na ordem de 300.000 km/s e as velocidades que costumamos trabalhar não passam de algumas dezenas de m/s, a constante de Lorentz tem valor quase igual a 1. Desta forma a relatividade de Galileu se apresenta como sendo uma verdade absoluta ao se analisar o movimento mecânico a partir de referenciais do nosso cotidiano. Outra forma que a ideia de relativo está presente na relatividade dos movimentos é que as duas só são validas para referenciais inerciais.

8.3. A UNIDADE MATÉRIA E MOVIMENTO

A unidade entre matéria e movimento é uma das unidades de contrários fundamentais do materialismo dialético e, por essa razão, assume um papel chave na compreensão do movimento, em especial na relatividade dos movimentos. Pois é da materialidade do movimento que resulta sua relatividade. Apesar de chamá-la de unidade de contrários parecer estranho à primeira vista, é preciso ter em mente que, diferente do que se tem no senso comum, antagonismo é apenas uma das formas de luta entre os contrários (MAO TSÉ-TUNG, 2008). Por meio desta unidade, o presente trabalho defende a indivisibilidade entre matéria e movimento.

A indivisibilidade entre matéria e movimento é uma questão central no materialismo dialético. Nesta concepção de mundo não existe matéria sem movimento e nem movimento sem matéria. O movimento é a própria forma de existência da matéria. Lênin (1975), polemizando com os defensores russos do neopositivismo de Ernest Mach, afirma que a descoberta da matéria como sendo composta de cargas elétricas, trouxe à mente de alguns pesquisadores a

ideia do “desaparecimento da matéria”. O autor diz que isso parte de uma concepção errada do que é matéria, uma vez que matéria não deve ser entendida como um tipo isolado de objeto do mundo, mas sim como a realidade objetiva que existe independente dos sentidos. Desta forma, se a realidade objetiva continua a ter validade de acordo com as ciências da natureza, continua também a matéria. Desta forma, para Lênin (1975) a negação da existência de uma matéria única e imutável não acaba com a possibilidade de um materialismo, refutando somente o materialismo metafísico. A ideia de uma matéria mutável cria as bases para um materialismo dialético, e a descoberta de cada vez mais formas da matéria fazem um movimento de corroborar a expansão da visão de mundo dialética. Desta forma, quando Lenin (1975) diz que se a matéria muda o materialismo deve mudar, ele parte do princípio dialético que assim como o mundo não é estático, a explicação que se dá sobre ele também não deve ser. A descoberta da carga elétrica não derruba a unidade entre matéria e movimento. Pelo contrário, a combinação de partículas elétricas em átomos e posteriormente em objetos complexos, ou seja, a transformação das diferentes formas de matéria umas nas outras, juntamente com a transformação do movimento de cargas em movimento mecânico reforça a ideia da unidade entre matéria movimento. Além disso, da transformação entre as diferentes formas de matéria e movimento é que resulta sua unidade.

A unidade entre matéria e movimento está presente também na relatividade dos movimentos. Tal relação está presente nos conceitos da mecânica desde a física clássica, como afirmado por Fataliev (1966). No entanto, segundo o autor, devido à forma como eram feitos os estudos a época o movimento era tido apenas como uma possibilidade para a matéria e não como algo determinante desta. O autor diz que foi apenas com a teoria da relatividade restrita na qual temos transformada de Lorentz aplicada a massa inercial, fórmula descrita a abaixo que tal relação acontece de forma explícita. Essa aplicação deve ser feita de acordo com a seguinte igualdade:

$$M_I = M_O * \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Onde M_I é a massa inercial do objeto, M_O é a massa de repouso do objeto, v é a velocidade do objeto em relação a um referencial e c a velocidade da luz no vácuo.

Outra fórmula importante para se compreender essa relação é a segunda lei de Newton, que maneira simplificada pode ser descrita da seguinte forma:

$$F_R = M_I * a$$

Onde F_R é a força resultante que atua sobre o objeto, M_I é a massa inercial do objeto e a é a aceleração do objeto.

Quando comparamos as duas formulas é possível notar que a massa atual como um fator determinante para a alteração do movimento no caso da segunda lei de Newton, enquanto o movimento atua como um fator determinante para modificar a massa do objeto. Disto, podemos perceber que o movimento é um fator intrínseco da matéria, não sendo possível conceber um sem o outro.

Outro aspecto central dessa unidade é o fato de que Newton já previa em sua teoria a diferença entre massa inercial e massa gravitacional. No entanto, devido as limitações de sua época, o físico não conseguia explicar o porquê das duas terem o mesmo valor numérico. É somente com a relatividade restrita, que foi possível descobrir que tal correspondência numérica se dava apenas para pequenas velocidades.

8.4. A UNIDADE ESPAÇO E TEMPO

Espaço e tempo, de acordo com a concepção marxista, são aspectos da realidade objetiva e não meros instrumentos que nossa mente utiliza para explicar as coisas. Espaço e tempo são tomados como forma de existência da matéria. Desta forma, é inconcebível, a luz, do materialismo dialético se tomar espaço e tempo de maneira isolada da matéria. (HESSEN, 1992)

Dito isto, uma análise da relatividade dos movimentos com base no materialismo dialético, implica em entender uma unidade espaço e tempo. Esta unidade tem como principal aspecto a interdependência entre espaço e tempo. Esta interdependência, assim como a indivisibilidade entre matéria e movimento, já estava presente na física clássica, como diz Fataliev (1966). Pode-se argumentar isso por meio da formula da velocidade média, como descrita a seguir:

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Onde V é a velocidade do objeto, Δx é a variação da posição e Δt é a variação do tempo. A partir daí podemos perceber que espaço e tempo tem uma interdependência mediada pela velocidade. No entanto, Fataliev (1966) argumenta que devido ao fato de que espaço, tempo e velocidade poderem ser estudados de maneira isolada, não foi possível para os físicos dos séculos XVIII e XIX, perceberem essa relação de interdependência.

Relatividade de Galileu permitiu que fosse percebido que o espaço se apresenta como relativo, ou seja, as coordenadas espaciais são dependentes da velocidade do referencial. No entanto nessa época a coordenada temporal era tratada como constante. Como pode ser visto na fórmula a seguir:

$$\begin{cases} x_1 = x_2 + v_{1x} * t \\ y_1 = y_2 + v_{1y} * t \\ z_1 = z_2 + v_{1z} * t \\ t_1 = t_2 \end{cases}$$

Onde x_1, y_1, z_1 e t_1 são as coordenadas em relação ao referencial 1; x_2, y_2, z_2 e t_2 são as coordenadas em relação ao referencial 2 e v_{1x}, v_{1y}, v_{1z} são as componentes da velocidade do referencial 1 em relação ao referencial 2.

A teoria da relatividade restrita, que parte do postulado da velocidade da luz no vácuo não depender do referencial, admite a ideia de não só mais das coordenadas espaciais, como também, do próprio tempo e da métrica espacial como sendo relativos. Isso pode ser observado na seguinte fórmula:

$$\begin{cases} \Delta S_1 = \Delta S_2 * \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \\ t_1 = t_2 * \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \end{cases}$$

Onde ΔS_1 é a variação da distância espacial em relação ao referencial 1, ΔS_2 é a variação da distância espacial em relação ao referencial 2 e v é a velocidade do referencial 1 em relação ao referencial 2.

Desta relação, é possível perceber que existe uma interdependência do espaço em relação ao tempo, visto que em quanto um expande o outro contrai e vice versa, mediada pela velocidade.

8.5. A UNIDADE REPOUSO E MOVIMENTO

A terceira unidade de contrários presente na relatividade dos movimentos é a unidade repouso e movimento. Nessa contradição, repouso e movimento alternam constantemente a relação de dominância. Um exemplo disso na relatividade dos movimentos é a própria relação entre repouso e movimento. Ao se tomar como base a relatividade Galileu tem-se que um objeto qualquer estar em repouso ou movimento depende do referencial. No entanto, com a teoria da relatividade restrita, sabe-se que a velocidade da luz no vácuo não depende do referencial. Ou seja, a dominância que se tem inicialmente do caráter relativo da velocidade é transformada em uma dominância do caráter absoluto da velocidade da luz. E por mais que isso pareça negar a relatividade dos movimentos, isso somente reforça o caráter dialético deste conceito.

Newton trazia consigo a ideia de um repouso absoluto e um movimento absoluto de todas as coisas tomado a partir deste espaço absoluto, como descreve Burt (1983). Newton assume a ideia de um espaço absoluto, pois, para ele, o espaço era independente da matéria. O espaço assume em Newton a ideia de um recipiente que contém a matéria. E, por tanto, tal espaço precisaria ser necessariamente imóvel. Essa ideia é resultado da metafísica da época de Newton. Essa concepção metafísica, que já foi discutida anteriormente, assume a matéria como sendo estática e imutável. Essa concepção em Newton é também um reflexo da influência teológica na teoria de Newton. Na Inglaterra do século XVII, o confronto entre classes se externava também por meio de um conflito entre concepções religiosas. E Newton, que não pode ser entendido de maneira isolada de sua época, acaba refletindo suas concepções religiosas em suas teorias físicas. Desta forma, a ideia uma matéria estática e imutável se refletia também sobre a própria ideia que se tinha sobre o espaço. Porém, como já foi mostrado, na relatividade restrita o espaço é relativo por meio da dependência do movimento, sendo incabível tal concepção de espaço absoluto. Desta forma, a ideia de um movimento absoluto, que seria aquele tomado em relação ao espaço absoluto, não faz mais sentido.

A unidade matéria e movimento, quando pensada a luz do materialismo dialético, exige que o movimento deva ser concebido, não como a existência de uma forma específica e isolada, mas sim, como transformação entre as diferentes formas de movimento. Assim, o repouso

absoluto torna-se um absurdo, devido ao fato de que por mais que para um conjunto de referenciais um corpo possa estar em repouso no que diz respeito ao movimento mecânico, haverá sempre diferentes formas de movimento se transformando umas nas outras no corpo em questão. Isto implica a compreensão do movimento como uma categoria mais ampla que o mero movimento mecânico, como, por exemplo, o movimento da matéria em suas diferentes formas de existência. Assim, o repouso só tem sentido quando tomado como relativo e quando defrontado com o movimento em sua forma mecânica.

8.6. DA PRÁTICA SOCIAL À TEORIA E DESTE À PRÁTICA SOCIAL

A diretriz educacional da prática social à teoria e da teoria à prática social corresponde aos cinco passos do ensino levantados por Saviani (1995). Esses passos são: prática social, problematização, instrumentação, catarse e prática social. É importante ressaltar que esses passos não devem ser entendidos como passos rígidos que devem parecer nessa ordem durante o processo de ensino. Além disso, um processo de ensino adequado precisa não só fornecer conhecimento, ou um mero conjunto de habilidades as pessoas. Ele deve permitir que o aluno transforme a forma como o aluno vê e se relaciona com o mundo.

O primeiro passo, como dito antes, é a prática social. Segundo Saviani (1995), tanto a prática social dos alunos quanto a do professor se apresenta neste primeiro momento de uma maneira mais simples. No entanto, as práticas sociais de alunos e professores podem ser separadas qualitativamente. A prática dos alunos se apresentaria de uma maneira sincrética enquanto a dos professores se apresentaria como uma síntese precária. Tal distinção, se dá pelo diferente domínio do saber entre os dois grupos.

O segundo passo destacado por Saviani (1995) é a problematização. De acordo com o autor, essa problematização não é algo apresentado pelos professores aos alunos. Ela surge diretamente da prática social, através dos desafios necessários para sua superação.

O terceiro passo descrito por Saviani (1995) é a instrumentalização. Tal instrumentalização, segundo o autor, é feita por meio da transmissão direta ou indireta dos meios necessários para a resolução dos desafios que surgem na problematização. Desta forma esta instrumentalização não deve ser confundida com a do ensino tecnicista.

O quarto passo apresentado por Saviani (1995) é a catarse. Este passo corresponde ao processo de transformação da prática social do aluno por meio dos instrumentos adquiridos.

Neste processo os alunos modificam, não só a sua compreensão da realidade objetiva, mas também, sua relação com os instrumentos adquiridos.

O último passo destacado por Saviani (1995) é a prática social. De acordo com o autor, agora temos uma prática social mais avançada, visto que a prática social dos alunos acende ao nível sintético da prática social do professor, e está se torna mais orgânica.

Em relação ao ensino da relatividade dos movimentos, espera-se que na prática social inicial dos alunos a concepção de movimento que eles possuem se assemelhem a concepção aristotélica. Isso se deve ao fato dessa concepção de movimento está fortemente ligada ao senso comum. Ao final do ensino espera-se que a prática social dos alunos ascenda a um nível em que estes consigam compreender as unidades matéria e movimento, repouso e movimento, relativo e absoluto, bem como que os alunos consigam perceber que espaço, tempo e movimento não são conceitos que podem ser tomados de maneira isolada.

8.7. A TRANSMISSÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO COMO PARTE DO ACERVO CULTURAL DA HUMANIDADE

Saviani (1991) levanta quais são os objetos educacionais de uma teoria pedagógica verdadeiramente crítica que ele denomina como sendo a pedagogia histórico-crítica, são eles:

- “a) Identificação das formas mais desenvolvidas em que se expressa o saber objetivo produzido historicamente, reconhecendo as condições de sua produção e compreendendo suas principais manifestações bem como as tendências atuais de transformação;
- b) Conversão do saber objetivo em saber escolar de modo a torná-lo assimilável pelos alunos no espaço e tempo escolares;
- c) Provimento dos meios necessários pra que os alunos não apenas assimilem o saber objetivo enquanto resultado, mas apreendam o processo de sua produção bem como as tendências de sua transformação.” (p. 17)

Em função desses objetivos, a diretriz educacional a transmissão do conhecimento científico como parte do acervo cultural da humanidade surge como central nesta abordagem, uma vez que este tem sido deixado de lado pela escola nova como explica Saviani (1995). Vale ressaltar que, para o autor, importância da transmissão do conteúdo não é justificada por si mesma como defende a escola tradicional. Saviani, compreende o seu caráter político e histórico e daí surge sua importância. A respeito disto Saviani (1991) afirma:

“Em verdade, se a afirmação do saber universal pode ser (não o é necessariamente) abstrata e a-histórica eu diria que sua negação não apenas pode como necessariamente resulta abstrata e a-histórica. Isto porque tal negação significa a diluição da

objetividade do saber num relativismo que não tem respaldo histórico e por isso é abstrato.” (p. 61)

Saviani (1995) defende que a negação da objetividade do conhecimento científico proposta pelos relativistas ocorre devido a crença na premissa levantada pelos positivistas de que a sua objetividade depende de sua neutralidade. A objetividade do conhecimento está relacionada a seu caráter histórico. Uma educação pautada em um compromisso político necessita do ensino do saber escolar, uma vez que este é necessário para a compreensão do mundo e já está de posse da burguesia. O medo de tal competência técnica interessaria somente a classe dominante. Assim, a transmissão do saber escolar se faz necessária no processo escolar, para que se possa superar o problema da marginalização descrito por Saviani (1995). No entanto, tal transmissão de maneira nenhuma deve ser entendida como aquela em que o aluno era tido como sujeito passivo durante a aprendizagem. Essa transmissão, na pedagogia histórico-crítica, permite que o aluno supere a visão cotidiana sobre o mundo transformando assim sua prática social.

8.8. SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO ENSINO DA RELATIVIDADE DOS MOVIMENTOS

Uma boa maneira de se mostrar como a abordagem de ensino desenvolvida pode ser aplicada é por meio da elaboração de uma sequência didática. Em virtude disso foi feita uma sequência didática (Apêndice A) que trata sobre o conceito da relatividade dos movimentos a fim de se objetivar tal abordagem de ensino. Antes de se discutir como essa objetivação aparece é preciso se fazer uma descrição sintética sobre ela.

A sequência didática desenvolvida é formada por 9 aulas de 50 minutos cada e tem por tema o homem e o movimento. A sequência tem como público alvo alunos do primeiro ano do ensino médio que já tenham estudado os conceitos básicos de cinemática. A primeira aula busca discutir a relação do homem com o movimento, mostrando como a relatividade deste está presente em sua vida, lembrando também alguns conceitos de cinemática. A segunda aula consiste na leitura de um capítulo do livro “O que a Teoria da Relatividade” escrito por L. Landau e Y. Rumer que aborda justamente a questão entre o relativo e o absoluto partindo de questões mais simples. A terceira aula é a explicação sobre a teoria do movimento de Aristóteles contextualizando o conceito histórico em que este estava inserido. Na quarta aula, a ideia central é discutir como as grandes navegações impactaram a forma do europeu de ver o mundo e como isto abriu caminho para a ideia de um movimento relativo. Na quinta aula, temos a discussão sobre a relatividade de Galileu. A sexta aula é um experimento que visa trazer a exemplificação

da relatividade de Galileu por meio do lançamento de um projétil. Tendo em vista o alto preço dos equipamentos necessários para se fazer esse tipo de prática e a realidade da educação brasileira, sobre tudo no âmbito da educação pública, foi proposta a utilização de software gratuito desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Este software permite a análise de diversos tipos de movimento mecânico por meio de uma técnica que imita o efeito estroboscópico. Para isso o software se utiliza da sobreposição das imagens produzidas durante o processo de filmagem. Na sétima aula, é feita uma discussão sobre a velocidade da luz no vácuo ser constante e quais são suas possíveis implicações para a relatividade dos movimentos. Na oitava aula, visa-se apresentar a teoria da relatividade restrita propriamente dita para os alunos. Na nona aula, é feita um fechamento da sequência didática, para isso é proposto que os alunos façam alguma produção artística (teatro, música, poema, história em quadrinho, etc.) onde expliquem parte do conteúdo aprendido durante a sequência didática.

Findada essa apresentação da sequência didática, é necessário que se mostre como essa sequência didática se relaciona com as diretrizes desenvolvidas, provando assim que essa cumpre seu papel de objetificar a abordagem de ensino. Admite-se, entretanto, que por ser uma objetificação, a sequência não consegue explicitar em sua descrição todas as diretrizes. No entanto, tais diretrizes estão todas presentes na sequência didática podendo ser tanto de uma maneira implícita quanto de uma maneira explícita.

A primeira diretriz, as raízes econômico-sociais da relatividade dos movimentos, está presente de maneira explícita na aula quatro. Na aula três, emerge a relação entre os mundos defendidos por Aristóteles e a sua relação como o trabalho. Já na aula quatro, essa diretriz aparece como o escopo da aula uma vez que, como já dito anteriormente, nesta aula o objetivo é explicar como a mudança do sistema econômico expressada pelas grandes navegações permitiram que desenvolvesse a ideia de um movimento relativo.

A segunda diretriz, a unidade relativo e absoluto, está presente na segunda aula. Esta aula foi feita justamente visando discutir esta relação, tendo em vista que estes dois conceitos, por serem demasiados abstratos, quando apresentados junto com os demais conceitos, podem se tornar um obstáculo para os estudantes no entendimento da relatividade dos movimentos. A discussão dessa relação permeia todo o restante da sequência e aparece de maneira mais clara novamente na aula sete quando vai se discutir o caráter absoluto da velocidade da luz.

A terceira diretriz, a unidade repouso e movimento aparece nas aulas cinco e nove. Isso se deve ao fato de que nessas aulas em que se discute a relatividade do movimento propriamente dita, desta forma tal relação dialética precisa estar evidenciada no discurso do professor.

A quarta diretriz, a unidade matéria e movimento, por mais que não apareça de maneira explícita em nenhuma das aulas está presente de maneira implícita na oitava aula quando se discute a transformada de Lorentz para a massa. Desta forma, no discurso do professor, ao apresentar este conceito, esta relação precisa ser evidenciada aos alunos de forma a garantir seu entendimento.

A quinta diretriz, a unidade espaço e do tempo, também não aparece de maneira explícita em nenhuma aula, está presente de maneira implícita nas aulas cinco e oito. Na aula cinco, o professor precisa tomar cuidado, ao apresentar os conceitos presentes na relatividade de Galileu, de forma a não tratar o espaço e tempo como conceitos independentes, uma vez que, como mostrado por Fataliev (1966), nesta formulação da relatividade dos movimentos, tal relação já estava presente. Na aula oito o professor precisa evidenciar esta relação, mostrando que apesar de independente espaço e tempo não devem ser tratados como sendo o mesmo atributo da realidade.

A sexta diretriz, da prática social à teoria e da teoria à prática social, corresponde às etapas educacionais descritas por Saviani (1995), isto se reflete ao longo de toda a sequência didática. Em um primeiro momento, o professor levanta e problematiza a insuficiência da concepção de movimento dos alunos para explicar corretamente algumas situações, suscitando a prática social dos alunos, que está no nível do chamado de concreto empírico. A partir daí o professor dá início a um processo de abstração com os alunos, onde são ensinados os diversos conceitos e relações necessários para o entendimento da reatividade dos movimentos. Após isso acontece a transformação da prática social do aluno ao nível de concreto pensado.

A sétima diretriz, a transmissão do conhecimento científico como parte do acervo cultural da humanidade, está presente em toda a sequência didática e tem sua expressão descrita nos objetivos da sequência didática. Além disso, há também uma preocupação que essa transmissão ultrapasse a barreira da sala de aula, por meio da mostra cultural proposta na aula nove, levando assim uma visão verdadeiramente crítica a respeito da marginalização como proposto por Saviani (1995).

9. CONCLUSÃO

No presente trabalho identificou-se três concepções historiográficas: a história contextualista da ciência, a história cultural da ciência e a história marxista da ciência. As duas primeiras delas identificadas como hegemônicas e a última é a concepção historiográfica que foi defendida nesta monografia. Reconheceu-se que, apesar de historicamente a história marxista da ciência ter sofrido duras críticas, tais críticas resultam de leituras incorretas das obras de autores como Boris Hessen e John Bernal e dos próprios clássicos do marxismo. As críticas à historiografia marxista partem de argumentos como o do determinismo econômico ou o da impossibilidade de uma história com H (maiúscula), narrativa histórica que abarque a totalidade, confundindo-se totalidade com tudo. Tais críticas foram respondidas e contestadas no campo da historiografia em geral por competentes historiadores. Contudo, essas respostas às críticas não penetraram no campo da história da ciência fazendo com que o marxismo fosse rejeitado na área como doutrina ultrapassada. Este trabalho contribui para a defesa do marxismo na história da ciência buscando devolver à área este importante método de se compreender a ciência e a história da ciência.

A abordagem de ensino desenvolvida possui sete diretrizes: as raízes econômico-sociais da relatividade dos movimentos, a unidade relativo e absoluto, a unidade tempo e espaço, a unidade matéria e movimento, a unidade repouso e movimento, da prática social à teoria e desta à prática social, e transmissão do conteúdo científico como parte acervo cultural da história da ciência. A primeira diretriz é uma análise histórica da relatividade dos movimentos tomando como base o materialismo histórico. Da segunda a quinta diretriz temos justamente uma análise de filosofia da ciência da relatividade dos movimentos feita com base no materialismo histórico. Assim foi possível perceber como fazer uma interseção entre história e filosofia da ciência que não se limite a aspectos epistemológicos, com base nos problemas da demarcação/delimitação e na desmistificação da ciência e do cientista. A história da ciência proposta nesse trabalho, ao extrapolar esses limites, abarca discussões que envolvem aspectos epistemológicos e ontológicos. As duas últimas diretrizes estão relacionadas com a teoria pedagógica em que este trabalho se desenvolve.

A sequência didática desenvolvida neste trabalho, que conta com nove aulas, emerge diretamente da abordagem de ensino desenvolvida, como mostrado pela análise feita neste trabalho. Desta forma, o presente trabalho cumpre seu papel de mostrar como é possível ensinar

a relatividade dos movimentos com base no materialismo histórico, tanto por meio das diretrizes educacionais desenvolvidas, como por meio da sequência didática que exemplifica este ensino.

Como apontamentos de pesquisas futuras é possível se aprofundar em cada uma das discussões filosóficas levantadas nas diretrizes educacionais e ainda tentar encontrar quais transformações na superestrutura da sociedade possibilitaram a transição da relatividade de Galileu para a teoria da relatividade restrita.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, Paulo. Problemas metodológicos em historiografia da Ciência. In. SILVA FILHO, Waldomiro José da. **Epistemologia e ensino de Ciências**. Salvador: Arcádia, 2002. p. 51-91.
- ARIÈS, Philippe; DUBY, Georges. **História da vida privada**. Editora Companhia das Letras, 2009.
- AYALA FILHO, Álvaro Leonardi. A construção de um perfil para o conceito de referencial em Física e os obstáculos epistemológicos à aprendizagem da teoria da relatividade restrita. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 155-179, 2010.
- BARCELLOS, Marcília; GUERRA, Andreia. Inovação curricular e Física Moderna: da prescrição à prática. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 329-350, 2015.
- BERNAL, John D. **The Social Function of Science**. Londres: George Routledge & Sons Ltd., 1939.
- BOAS, Anderson Vilas et al. História da ciência e natureza da ciência: debates e consensos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 287-322, 2013.
- BURTT, Edwin Arthur. **As bases metafísicas da ciência moderna**. Universidade de Brasília, 1983.
- CAMPOS, Alexandre; RICARDO, Élio Carlos. A natureza da região celeste em Aristóteles. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 36, n. 4, p. 1-6, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-11172014000400020>
- CARVALHO JUNIOR, Gabriel Dias de. O esquema de movimento como organizador da ação em mecânica clássica e relativística. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 3, p. 205-235, 2015.
- COLTURATO, Andriel Rodrigo; MASSI, Luciana. Aportes teóricos e metodológicos para a história da ciência com base no materialismo histórico-dialético. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, v. 11, n. 3, p. 170-180, 2019.

DUARTE, Newton. A Rendição Pós-moderna à Individualidade Alienda e a Perspectiva Marxista da Individualidade Livre e Universal. In: DUARTE, Newton. **Crítica ao Fetichismo da Individualidade**. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2012. p. 197-217.

ENGELS, Friedrich. Discurso diante do túmulo de Karl Marx. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, v. 10, n. 1, p. 367-368, 2018.

ENGELS, Friedrich. Ludwig Feuerbach e o Fim da Filosofia Clássica Alemã. In: BARATA-MOURA, José; CHITAS, Eduardo; MELO, Francisco; PINA, Álvaro. **Obras Escolhidas em três tomos**. Lisboa: Editorial "Avante!", 1982. p. 378-421. Disponível em: <https://www.marxists.org/portugues/marx/1886/mes/fim.htm>. Acesso em: 23 maio 2022.

ENGELS, Friedrich. **A dialética da natureza**. Rio de Janeiro: Editora Leitura, 1968.

ENGELS, Friedrich. **Anti-Dühring**. São Paulo: Boitempo Editorial, 2015. Tradução de Nélio Schneider

FATALIEV, Kh. **O Materialismo Dialético e as Ciências da Natureza**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1966. Tradução de Constantino Paleólogo.

FONSECA, D. S.; OLIVEIRA, W. C.; DRUMMOND, JMHF. Investigando o ensino de natureza da ciência em minicurso para estudantes do ensino médio. **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA**, v. 16, 2016.

FRAZÃO, Dilva. **Aristóteles: filósofo grego**. filósofo grego. 2021. Disponível em: <https://www.ebiografia.com/aristoteles/>. Acesso em: 06 maio 2022.

HESSEN, Boris. As raízes sócio-econômicas dos Principia de Newton. **Ciência e técnica: antologia de textos históricos**. São Paulo: TA Queiroz, p. 30-89, 1992.

JARDIM, Wagner T.; OTOYA, Victor J. Vasquez; OLIVEIRA, Cristiane Garcia S. A teoria da relatividade restrita e os livros didáticos do Ensino Médio: Discordâncias sobre o conceito de massa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, p. 2506-1-2506-7, 2015.

KARAM, Ricardo Avelar Sotomaior; CRUZ, Sonia Maria SC; COIMBRA, Débora. Relatividades no ensino médio: o debate em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, p. 105-114, 2007.

KÖHNLEIN, Janete F. Klein; PEDUZZI, Luiz O. Q. Uma Discussão Sobre a Natureza da Ciência no Ensino Médio: um exemplo com a teoria da relatividade restrita. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 36-70, abr. 2005.

KOSMINSKY, E. A. **História da Idade Média**. Rio de Janeiro: Editora Vitória, 1960.

KOSMINSKY, Luis; GIORDAN, Marcelo. Visões de ciências e sobre cientista entre estudantes do ensino médio. **Química nova na escola**, v. 15, n. 1, p. 11-18, 2002.

KRAGH, Helge. **An introduction to the historiography of science**. Cambridge University Press, 1987.

LANDAU, L.; RUMER, Y. **O Que é a Teoria da Relatividade**. São Paulo: Hemus Editora Ltda., [19--]. 116 p. Tradução de Giorgio Moscati.

LÊNIN, V. I. **Karl Marx**. Lisboa: Edições "Avante!", 1977. Disponível em: <https://www.marxists.org/portugues/lenin/1914/11/marx-avante.htm#r34>. Acesso em: 25 maio 2022.

LÊNIN, V. I. **Materialismo e Empirio criticismo**: novas críticas sobre uma filosofia reacionária. 2. ed. Lisboa: Editorial Estampa, 1975. Tradução de Maria de Paula Duarte.

LEVEBVRE, Henri. **Lógica Formal lógica dialética**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira

LIMA JUNIOR, Paulo. **Elementos para a análise sociológica do papel cumprido pelos institutos de física nas oportunidades de aprender dadas aos seus alunos de licenciatura**. In: EPEF, 15., 2016, Maresias. Congresso. Maresias: SBF, 2016. p. 1 - 8. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xv/sys/resumos/T0372-1.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2020.

LUKÁCS, Georg. **La Peculiaridad de lo estético**: cuestiones preliminares y de principio. Barcelona: Ediciones Grijalbo, S.A., 1966. (Estética).

LUKÁCS, György. **Para uma Ontologia do ser Social I**. 2. ed. São Paulo: Boitempo Editorial, 2018. Tradução de Carlos Nelson Coutinho, Mario Duayer e Nélio Schneider.

MARTINELLI, NRBS; MACKEDANZ, Luiz Fernando. Abordagens da História da Ciência no Ensino de Ciências. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Anais... Florianópolis: ABRAPEC, 2017.**

MARTINS, Lígia Márcia; LAVOURA, Tiago Nicola. Materialismo histórico-dialético: contributos para a investigação em educação. **Educar em Revista**, v. 34, p. 223-239, 2018.

MARTINS, R. de A. História e história da ciência: encontros e desencontros. In: **Actas do 1º Congresso Luso-Brasileiro de História da Ciência e da Técnica**. 2001. p. 11-45.

MARTINS, Roberto de Andrade. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. **Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**, p. 115-145, 2004.

MARX, Karl. **CONTRIBUIÇÃO À CRÍTICA DA ECONOMIA POLÍTICA**. 2. ed. São Paulo: Editora Expressão Popular, 2008. Tradução de Florestan Fernandes.

MARX, Karl. **Grundrisse: manuscritos econômicos de 1857-1858: esboços da crítica da economia política**. Editorial Boitempo, 2015.

MARX, Karl. **Teses sobre Feuerbach**. Moscou: Editora Avante, 1982. Disponível em: <https://www.marxists.org/portugues/marx/1845/tesfeuer.htm>. Acesso em: 12 mar. 2022.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **Manifesto Comunista**. São Paulo: Boitempo Editorial, 1988. Organização e introdução Osvaldo Coggiola.

MASSI, Luciana et al. **INCORPORAÇÃO DA PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**: uma análise crítica dialética de uma revisão bibliográfica sistemática. *Investigações em Ensino de Ciências*, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 212, 28 ago. 2019. *Investigacoes em Ensino de Ciências (IENCI)*. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p212>.

MATTHEWS, Michael S. 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.

MESSEDER NETO, Hélio da Silva; MORADILLO, Edilson Fortuna de. Uma análise do materialismo histórico-dialético para o cenário da pós-verdade: contribuições histórico-críticas

para o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S.L.], v. 37, n. 3, p. 1320-1354, 16 dez. 2020. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1320>.

MOURA, Cristiano Barbosa de; GUERRA, Andreia. História cultural da ciência: um caminho possível para a discussão sobre as práticas científicas no ensino de ciências? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 725-748, 2016.

OLIVEIRA, Marcos Barbosa de. Sobre o problema da demarcação. **Trans/Form/Ação**, v. 5, p. 85-101, 1982.

PORTO, P. A. História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Editora Unijuí, p. 159–180, 2010.

RIBEIRO, Diego; CALAZANS, Marcos. APONTAMENTOS SOBRE AS PESQUISAS EM HISTÓRIA DA CIÊNCIA APRESENTADAS NO EPEF NA ÚLTIMA DÉCADA. In: EPEF, 18., 2020, Florianópolis. **Congresso**. Florianópolis: SBF, 2020. p. 1-8. Disponível em: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epf/xviii/programa/trabalhos.asp?sesId=18>. Acesso em: 21 mar. 2020.

Rodrigues da Silva, Gabriel. (2020). **Hegel e o progresso histórico**. Primeiros Escritos. 10.11606/issn.2594-5920.primeirosescritos.2020.155601.

SAVIANI, Demerval. **Escola e Democracia**. 30. ed. Campinas: Editora Autores Associados, 1995.

SAVIANI, Demerval. **Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações**. 40. ed. São Paulo: Editora Autores Associados, 1991.

SCHMIEDECKE, Winston Gomes; PORTO, Paulo Alves. A história da ciência e a divulgação científica na TV: subsídios teóricos para uma abordagem crítica dessa aproximação no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 3, p. 627-643, 2015.

SHCHEGLOV, A. V.. **Compêndio de História da Filosofia**. Rio de Janeiro: Editorial Vitória Ltda., 1945. Disponível em:

https://www.marxists.org/portugues/tematica/livros/historia_filosofia/index.htm. Acesso em: 12 jun. 2022.

SOUSA, W. F. A filosofia da história de Hegel: o sentido de progresso e as etapas do curso histórico. **Revista DIAPHONÍA**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 73–84, 2020.

TONET, Ivo. **Método Científico**: uma abordagem ontológica. São Paulo: Instituto Lukács, 2013.

TSÉ-TUNG, Mao. Sobre a Contradição. In: TSÉ-TUNG, Mao. **Sobre a Parte e a Contradição**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor Ltda., 2008. Cap. 4. p. 83-126. Tradução de José Maurício Gradel;

VEYNE, Paul. **Como se Escreve a História**. 4. ed. Brasília: Editora Unb, 1998. Tradução de Alda Baltar e Maria Auxiliadora Kneipp.

VIDAL, Paulo Henrique Oliveira; PORTO, Paulo Alves. A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 18, p. 291-308, 2012.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. Historiografia e história da ciência. **Escritos** (Fundação Casa de Rui Barbosa), Rio de Janeiro, v. 1, p. 111-158, 2007.

WOHLFART, João Alberto. **Sistema hegeliano como uma filosofia da história**. 2008. 293 f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

WOOD, Ellen Meiksins. O que é a agenda "pós-moderna"? In: WOOD, Ellen Meiksins; FOSTER, John Bellamy. **Em Defesa da História**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor Ltda., 1999. p. 7-22. Tradução de Ruy Jungmann.

XT, Rolando. Para suas aulas de cinemática: o volante, um móvel bem comportado. **Caderno brasileiro de ensino de física. Florianópolis. Vol. 21, nesp. (nov. 2004), p. 59-63**, 2004.

YOUNG, Robert M. Marxism and the history of science. In: OLBY, R. C. *et al* (ed.). **Companion to the History of Modern Science**. Nova York: Routledge, 1990. Cap. 6. p. 77-86.

APÊNDICE A - SEQUÊNCIA DIDÁTICA RELATIVIDADE DOS MOVIMENTOS

Conteúdo: Movimento em Aristóteles, Relatividade de Galileu e Relatividade Restrita

Tema: o Homem e o Movimento

Público Alvo: Alunos do primeiro ano ensino médio que já passaram pelos conceitos básicos de cinemática

Aulas: 9 aulas de 50 minutos cada

Objetivo: Mostrar para os alunos como o conceito de movimento está relacionado com a história do homem, mostrando assim como à medida que o conhecimento do homem sobre a realidade mudava, mudava também sua concepção sobre o que é o movimento

Metodologia de ensino: Ensino de ciências por meio da história da ciência

Modelo Pedagógico: Pedagogia Histórico-Crítica/ História da Ciência baseada no Materialismo Dialético

Quadro 1 -Esquema sintético das aulas

Aula	Título	Objetivo	Recursos didáticos
1	O homem e o movimento	Iniciar a discussão sobre a relatividade dos movimentos	Explicação do professor
2	Relativo x absoluto	Discutir com os alunos a dualidade relativo e absoluto	Texto paradidático
3	Os dois mundo de Aristóteles	Discutir sobre a divisão do universo em dois mundos proposta por Aristóteles	Explicação do professor e exercícios
4	O movimento muda o mundo? (As grandes navegações)	Apresentar para os alunos como as grandes navegações contribuíram para o desenvolvimento da relatividade dos movimentos, não só na forma de se ver o mundo, mas também trazendo o problema da localização em alto-mar.	Fotos e explicação do professor
5	A Relatividade de Galileu	Apresentar para os alunos sobre a relatividade dos movimentos de Galileu	Explicação do professor
6	Lançamento de um projétil	Exemplificar por meio da experimentação a relatividade de Galileu	Experimentação
7	A velocidade constante da Luz	Apresentar para os alunos como foi a descoberta da velocidade da luz como sendo independente do referencial e quais suas possíveis implicações	Vídeo, discussão entre os alunos e experimento mental
8	A Teoria da Relatividade Restrita	Apresentar para os alunos a teoria da relatividade restrita	Explicação do professor e exercícios
9	Transformação do saber adquirido	Permitir que os alunos transportem para a linguagem das pessoas de seu cotidiano os conhecimentos adquiridos durante o módulo	Explicação do professor, atividade em grupo e produção dos alunos

Fonte: Autoria Própria

AULA 1 – O HOMEM E O MOVIMENTO

Objetivo: Iniciar a discussão com os alunos sobre a relatividade dos movimentos

Recurso didático: Explicação do professor

Atividade 1

Duração: 15 minutos

Objetivo: Apresentar para os alunos como alguns dos problemas da relatividade dos movimentos estão presentes no cotidiano no seu cotidiano sem que eles se deem conta

Recurso didático: Explicação do professor

Discussão: O professor deverá mostrar para os alunos alguns problemas da relatividade dos movimentos que estão presentes no cotidiano deles. Alguns exemplos são quando corremos para não perdermos o ônibus, quando atravessamos a rua na diagonal de forma a maximizarmos a distância que percorremos, quando nos movemos para o lado de forma a desviar de um obstáculo na rua entre outros.

Atividade 2

Duração: 15 minutos

Objetivo: Mostrar para os alunos que a concepção cotidiana não é suficiente para explicar todos os movimentos

Recurso didático: Explicação do Professor

Descrição: O professor deverá levantar aqui um discussão sobre como uma visão cotidiana pode trazer uma ideia errada sobre como o movimento realmente acontece, dando o exemplo sobre como pelas nossas observações cotidianas o sol gira ao redor da terra e entre coisas

Atividade 3

Duração: 15 minutos

Objetivo: Revisar com os alunos alguns conceitos importantes para a relatividade dos movimentos

Recurso didático: Discurso do Professor

Descrição: O professor deverá revisar com os alunos alguns conceitos importantes para a relatividade dos movimentos: trajetória, deslocamento, posição, velocidade e aceleração

AULA 2 - RELATIVO X ABSOLUTO

Objetivo: Discutir com os alunos a dualidade relativo x absoluto

Atividade Única

Objetivo: Iniciar a discussão entre o relativo e o absoluto

Recurso didático: Texto paradidático

Descrição: Fazer a leitura do capítulo 1 “A relatividade” do livro “O que é a teoria da relatividade” escrito por L. Landau e Y. Rumer ([19--]) (Material Extra 1). O professor deverá pausar a leitura sempre que surgirem dúvidas dos alunos e sempre que julgar necessário para ressaltar algum ponto importante. O professor deverá distribuir os textos para os alunos em duplas ou trios a depender da disponibilidade de impressão na escola. A leitura deverá ser feita pelos próprios alunos, alterando o leitor a cada novo parágrafo.

AULA 3 – OS DOIS MUNDOS DE ARISTÓTELES

Objetivo: Discutir sobre a divisão do universo em dois mundos proposta por Aristóteles e sua concepção de movimento

Recursos Didáticos: Explicação do professor e Exercícios

Atividade 1

Duração: 5 minutos

Objetivo: Apresentar para os alunos de forma breve quem foi Aristóteles

Recurso didático: Explicação do Professor

Descrição: O professor deverá fazer uma breve apresentação sobre quem foi Aristóteles

Atividade 2

Duração: 15 minutos

Objetivo: Discutir com os alunos sobre como a divisão do trabalho na antiguidade suscitou uma visão do mundo como se fosse dividido em dois

Recurso didático: Explicação do professor

Descrição: Em uma sociedade dividida entre escravos e senhores de escravos, uma vez que os últimos não eram vistos como sequer humanos e eram quem faziam o trabalho, os últimos não poderiam considerar essa atividade como sendo digna. Isso implicaria em uma visão imperfeita do mundo em que o trabalho acontece. Em contrapartida, os gregos consideravam os astros como perfeitos. Desta forma, parecia lógico que as duas coisas estavam em mundos diferentes. Desta forma Aristóteles divide o universo em dois mundos um mundo supra lunar que era perfeito e mundo sublunar. O mundo supralunar por ser perfeito é o único que poderia ser usado geometria para ser explicado

Atividade 3

Duração: 20 minutos

Objetivo: Discutir com os alunos o conceito de movimento em Aristóteles

Recurso Didático: Explicação do professor

Descrição: O professor deverá começar aqui explicando como era composto o mundo sublunar. Depois deve ser explicado quais eram os dois tipos de movimentos defendidos por Aristóteles e como esses dois tipos de movimentos não poderiam acontecer de forma simultânea. É interessante que se diga para os alunos como essa ideia de movimento, está presente ainda hoje na mente de várias pessoas o que se reflete em desenhos e filmes (exemplo do Papa-Léguas, corrida maluca).

Atividade 4

Duração: 10 minutos

Objetivo: Calcular qual deveria ser a velocidade média de queda de um corpo em lançamento horizontal se a concepção aristotélica de movimento estivesse correta.

Recurso Didático: Exercícios

Descrição: O professor deverá apresentar os seguintes dados para os alunos sobre um lançamento horizontal: altura, alcance e duração do movimento. Em sequência, o professor deverá solicitar aos alunos que descubram qual seria a velocidade média de queda do corpo, caso a concepção aristotélica de movimento estivesse certa, considerando o tempo de queda como metade do tempo total do movimento. Ver Material Extra 2.

AULA 4 – O MOVIMENTO MUDA O MUNDO? (AS GRANDES NAVEGAÇÕES)

Objetivo: Apresentar para os alunos como as grandes navegações contribuíram para o desenvolvimento da relatividade dos movimentos, não só na forma de se ver o mundo, mas também, trazendo o problema da localização em alto-mar.

Recursos didáticos: Fotos e explicação do professor

Atividade 1

Duração: 25 minutos

Objetivo: Mostrar para os alunos como as grandes navegações impactaram na forma que na visão de mundo da sociedade europeia

Recursos Didáticos: Fotos e explicação do professor

Descrição: O professor deverá discutir com os alunos o que foram as grandes navegações. Em sequência ele deverá usar as imagens presentes no Material Extra 3, para discutir com os alunos como as grandes navegações influenciaram a forma que o europeu tinha de ver o mundo.

Atividade 2

Duração: 25 minutos

Objetivo: Apresentar para os alunos como o problema de se localizar em alto-mar que emerge com a grandes navegações possibilitou que a relatividade dos movimentos, em especial, dos corpos celestes.

Recurso Didaático: Explicação do professor

Descrição: Com as grandes navegações, as viagens marítimas que antes eram feitas sempre próximas ao litoral, foram se distanciando cada vez mais deste. Assim a terra firme que sempre ajudou aos navegantes a se orientarem se perdeu e surgiu a necessidade de usar as estrelas e planetas no seu para saber onde o barco estava. Para isso foi necessário se desenvolver um modo de se prever onde estariam os mais diversos corpos celestes em relação a diferentes pontos da terra. Prever a posição de um corpo em relação a outro é justamente um dos princípios da relatividade dos movimentos.

AULA 5 – A RELATIVIDADE DE GALILEU

Objetivo: Apresentar para os alunos a relatividade dos movimentos de Galileu

Recurso Didático: Explicação do professor

Atividade 1

Duração: 20 minutos

Objetivo: Explicar para os alunos a relatividade dos movimentos de Galileu

Recurso Didático: Explicação do professor

Descrição: O professor deverá explicar para os alunos que o movimento de um corpo depende de seu referencial. Para facilitar essa concepção o professor deverá solicitar que os alunos façam um dos experimentos mentais de Galileu. “Imagine que do alto do mastro de um navio, que navega próximo a um porto, uma pessoa solte uma bola e observa a trajetória feita por ela. Ao mesmo tempo um observador situado no porto observa essa bola. A trajetória efetuada pela bola será a mesma?” Neste ponto é importante que os alunos sejam convencidos de que a resposta é não, se necessário o professor poderá adaptar o experimento para situações do cotidiano do aluno. O professor ainda deverá explicar duas importantes partes da relatividade dos movimentos. A primeira é que um mesmo movimento poderá ser decomposto em dois ou mais movimentos que facilitem sua explicação. A segunda é a ideia o movimento resultante, que é justamente o caminho inverso do segundo, ou seja, quando para um observador o movimento de um corpo é formado por dois movimentos distintos, como um barco atravessando um rio.

Atividade 2

Duração: 15 minutos

Objetivo: Explicar para os alunos como funciona a decomposição de vetores

Recurso Didático: Explicação do professor

Descrição: O professor deverá explicar para os alunos como é feita decomposição de do vetor velocidade em dois outros vetores e sua aplicação no lançamento horizontal

Atividade 3

Duração: 15 minutos

Objetivo: Explicar para os alunos como funciona o cálculo da velocidade resultante

Recurso didático: Explicação do professor

Descrição: Explicar para os alunos como é feito o cálculo da velocidade resultante em suas duas diferentes aplicações: quando as diferentes velocidades resultam do movimento de um só corpo e quando as diferentes velocidades resultam de movimentos de corpos diferentes.

AULA 6 – LANÇAMENTO DE UM PROJÉTIL (TRACKER)

Objetivo: Exemplificar os conceitos de relatividade dos movimentos estudados por meio de um lançamento de projétil

Recursos Didáticos: Experimentação, Explicação do professor e resolução de exercício

Atividade 1

Duração: 10 minutos

Objetivo: Apresentar o software tracker para os alunos

Recurso didático: Explicação do professor

Descrição: O professor deverá apresentar para a turma o software tracker que será utilizado na aula. O software é opensource, ou seja, é gratuito e suas atualizações podem ser feitas pelos próprios usuários. Esse software faz análise de movimentos em duas dimensões por meio de um vídeo. Como ele faz isso? A imagem de um vídeo consiste em uma sequência de

capturas de imagens semelhante a fotos, o programa separa cada uma dessas imagens permitindo que você marque a posição do objeto de estudo em cada uma delas. A resolução temporal é feita com base nos parâmetros do próprio vídeo.

Atividade 2

Duração: 10 minutos

Objetivo: Gravar o vídeo para a análise

Recurso didático: Experimentação

Descrição: O professor precisara solicitar ajuda de três alunos para que o vídeo possa ser gravado. O primeiro será responsável por gravar o vídeo, utilizando um celular, que pode ser o do professor ou o do aluno. O segundo deverá segurar a régua que aparecerá durante a gravação do vídeo. Já o terceiro fará o lançamento da bolinha que será analisado. Para uma análise mais precisa do movimento, é importante que a câmera seja posicionada paralelamente ao movimento da bolinha, para tal recomenda-se usar as marcações do piso da sala.

Atividade 3

Duração: 15 minutos

Objetivo: Colher os dados do vídeo usando o software tracker

Recurso didático: Explicação do professor

Descrição: O professor deverá seguir os procedimentos que permitem a coleta dos dados do movimento usando o software tracker, que podem ser encontrados no link: <http://www.if.ufrgs.br/cref/uab/lab/tracker.html>. É importante que o professor explique cada passo tomado para os alunos, para que eles tenham condições de reproduzir o experimento em casa. A análise do movimento deve ser feita com base nos gráficos de x por t , o movimento retilíneo uniforme e y por t .

Atividade 4

Duração: 15 minutos

Objetivo: Analisar os dados do vídeo e colher um valor importante, aceleração local da gravidade

Recurso didático: Resolução de exercício

Descrição: Usando as equações do movimento obtidas pelo software o professor solicitar que os alunos os seguintes valores: a velocidade em “x”, do movimento, a velocidade inicial em “y” do movimento, a velocidade inicial do movimento e a aceleração local da gravidade.

AULA 7 - A VELOCIDADE ABSOLUTA DA LUZ

Objetivo: Apresentar para os alunos como foi a descoberta da velocidade da luz como sendo independente do referencial e quais suas possíveis implicações

Recursos Didáticos: Vídeo, levamento de ideais, Explicação do professor e experimento mental

Atividade 1

Duração: 15 minutos

Objetivo: discutir com os alunos sobre a como a velocidade da luz no vácuo independe do referencial

Recurso Didático: Vídeo

Descrição: O professor deverá passar para os alunos o vídeo “A História da Velocidade da Luz” do canal ciência todo dia (link: https://www.youtube.com/watch?v=bkRxUMvn_uA)

Atividade 2

Duração: 15 minutos

Objetivo: Discutir com os alunos quais implicações podem haver no fato da velocidade da luz no vácuo não depender do referencial

Recurso Didático: Levamento de ideias

Descrição: O professor deverá perguntar o que eles acham que pode impactar em como funciona o movimento o fato de que a velocidade da luz no vácuo não depende do referencial. O professor pode orientar a discussão partindo da fórmula de velocidade média

Atividade 3

Duração: 20 minutos

Objetivo: Começar a resolver a questão levantada por meio de um experimento mental

Recurso didático: Experimento mental

Descrição: O professor deverá solicitar que os alunos imaginem a seguinte cena: Dois amigos resolvem fazer um teste, um deles embarca em um trem liga uma lanterna voltada na direção de um espelho que está a cima de sua cabeça e mede um tempo que a luz demora pra subir e descer, o colega que está do lado de fora resolve fazer a medição da duração do mesmo movimento. O professor deverá então indicar para os alunos que os dois colegas obterão valores distintos para o tempo, isso ocorre, pois, corpos inerciais com velocidades distintas, percebem a passagem do tempo de maneira distinta. Em sequência o professor deverá lembrar para os alunos que para uma velocidade constante, a velocidade é a razão da distância pelo tempo, como o tempo se altera para corpos de velocidade distintas e a velocidade da luz não é necessário que haja uma variação também na distância.

AULA 8 – A TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA

Objetivo: Apresentar para os alunos a teoria da relatividade restrita

Recursos didáticos: Explicação do professor e discurso dos alunos

Atividade 1

Duração: 30 minutos

Objetivo: Apresentar as transformadas de Lorentz

Recursos didáticos: Explicação do professor

Descrição: O professor deverá agora apresentar como tempo, espaço e massa são transformados de acordo com a relatividade restrita. Dando exemplos numéricos de cada uma dessas transformações

Atividade 2

Duração: 20 minutos

Recurso didático: Discurso dos alunos

Objetivo: Mostrar que a velocidade da luz é um limite teórico para a velocidade

Descrição: O professor deverá levantar um debate com os alunos sobre se existe uma velocidade máxima no universo. O professor deverá conduzir o debate de forma que os alunos concluam por eles mesmos que a velocidade da luz é esse limite. Apresentando de forma breve a relação entre massa e aceleração o professor deverá mostrar que este limite é inalcançável para corpos massivos

AULA 9 – TRANSFORMAÇÃO DO SABER ADQUIRIDO

Objetivo: Permitir que os alunos transportem para a linguagem das pessoas de seu cotidiano os conhecimentos adquiridos durante o módulo

Recursos didáticos: Explicação do professor, produção dos alunos e atividade em grupo

Atividade 1

Duração: 15 minutos

Objetivo: Explicar a atividade a ser desenvolvida

Recurso didático: Explicação do professor

Descrição: O professor deverá solicitar que a turma de dúvida em grupos de 4 ou 5 alunos para que possa ser realizada a atividade final do módulo. Essa atividade consistirá em os alunos transpor algum tópico do conteúdo aprendido durante o módulo para alguma forma de linguagem artística, como por exemplo: música, teatro, poema, história em quadrinhos e etc. Essas produções serão apresentadas ao público em uma feira aberta para toda a comunidade.

Os alunos ao final do aula deveram entregar para o professor uma folha contendo nome dos integrantes do grupo, assunto a ser trabalhado e linguagem artística a ser utilizada.

Atividade 2

Duração: 35 minutos

Objetivos: Permitir que os alunos tenham um tempo para planejar sua produção

Recursos didáticos: Atividade em grupo e produção dos alunos

Descrição: Os alunos deveram se reunir em grupo para discutir e planejar qual produção farão. Neste momento o professor deverá circular entre os grupos auxiliando os grupos e levantando questionamentos que o permitam refletir sobre o que estão planejando. Ao final da aula o professor deverá recolher o que foi combinado de todos os grupos.

TERIA SENTIDO QUALQUER AFIRMAÇÃO?

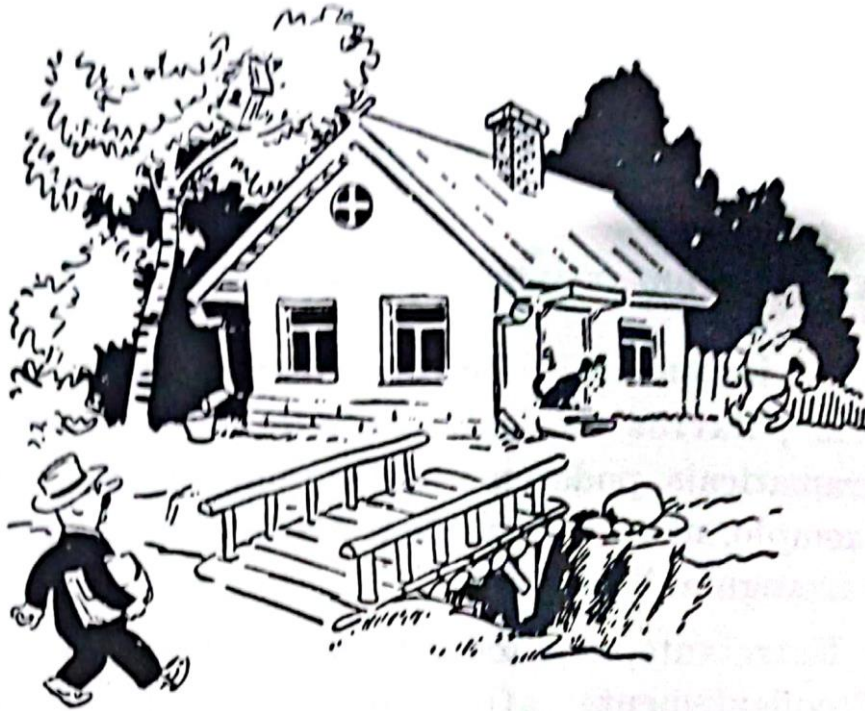
Obviamente não. Se construirmos uma frase com palavras ao acaso, respeitando as regras gramaticais, poderemos obter uma asneira. Por exemplo, não tem sentido a afirmação “a água é triangular”.

Entretanto, nem todas as asneiras são óbvias. Frequentemente, afirmações que à primeira vista parecem razoáveis perdem seu sentido após um exame mais cuidadoso.

DIREITA OU ESQUERDA?

A casa está situada no lado direito, ou no lado esquerdo da rua? Você poderá não saber responder, assim de pronto.

Se você vai, da ponte, para o bosque, ela estará do seu lado esquerdo, e se você vai na direção oposta ela estará do seu lado direito. Portanto, você deve mencionar o sentido relativo,



quando se referir ao lado esquerdo, ou ao lado direito de uma rua.

É correto nos referirmos à margem de um rio, pois a corrente determina seu sentido. Podemos também dizer que um automóvel conserva a direita numa estrada, pois o sentido relativo é indicado pelo movimento do tráfego.

As noções de “direita” e “esquerda” são, portanto, relativas e só têm significado quando fixam um sentido, para nos orientarmos.

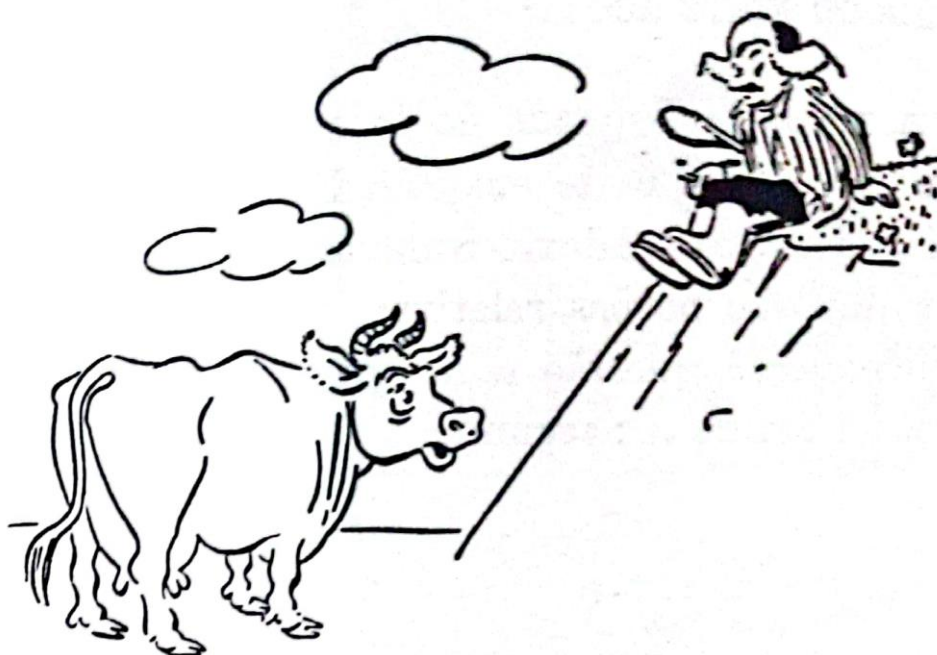
É DIA OU NOITE AGORA?

A resposta depende do local. Quando é dia em Moscou, é noite em São Paulo. Aqui não há qualquer paradoxo. Simplesmente, “dia” e “noite” são noções relativas, e você não pode responder à questão sem especificar o local a que se refere a pergunta.



QUEM É MAIOR?

No desenho acima desta página, o vaqueiro é obviamente maior do que a vaca. No desenho seguinte, a vaca é maior do que o vaqueiro. Aqui também não há incoerência. As duas



imagens foram desenhadas de pontos diferentes: um, mais próximo da vaca, e o outro, do vaqueiro. Num desenho, o essencial não são as verdadeiras dimensões de um objeto, mas o ângulo sob o qual ele é visto. As dimensões angulares dos objetos são obviamente relativas. Não tem sentido falar das dimensões angulares dos objetos, a não ser que suas posições sejam bem conhecidas. Por exemplo, não tem sentido dizer que uma torre é vista sob um ângulo de 45° . Mas, é razoável se você disser que uma torre a 15 m de distância é vista sob um ângulo de 45° . Conclui-se, além disso, que a torre tem 15 m de altura.

O RELATIVO PARECE ABSOLUTO

Se deslocarmos ligeiramente o nosso ponto de observação, as dimensões angulares também sofrerão uma ligeira variação. É esta a razão pela qual as medidas angulares são frequentemente usadas em Astronomia. Os mapas celestes trazem indicadas as distâncias angulares entre as estrelas, isto é, os ângulos sob os quais as distâncias entre as estrelas são vistas da Terra.

Independentemente de nossos movimentos sobre a Terra, e do nosso ponto de observação, veremos, invariavelmente, que as estrelas estão sempre separadas pela mesma distância. Este fato é devido às distâncias tremendas e inconcebíveis que nos separam das estrêlas. Comparados a elas, os nossos movimentos sobre a Terra são tão insignificantes, que podem ser desprezados. Portanto, neste caso, as distâncias angulares podem ser aceitas como distâncias absolutas.

Se levarmos em consideração o movimento de translação da Terra em torno do Sol, as mudanças das medidas angulares tornam-se perceptíveis, apesar de insignificantes. A situação seria radicalmente alterada, entretanto,

se deslocássemos o nosso ponto de observação para alguma estrela, para Sirius por exemplo. Todas as medidas angulares seriam diferentes, e teríamos próximas umas das outras, estrelas que estão afastadas em nosso céu, e vice-versa.

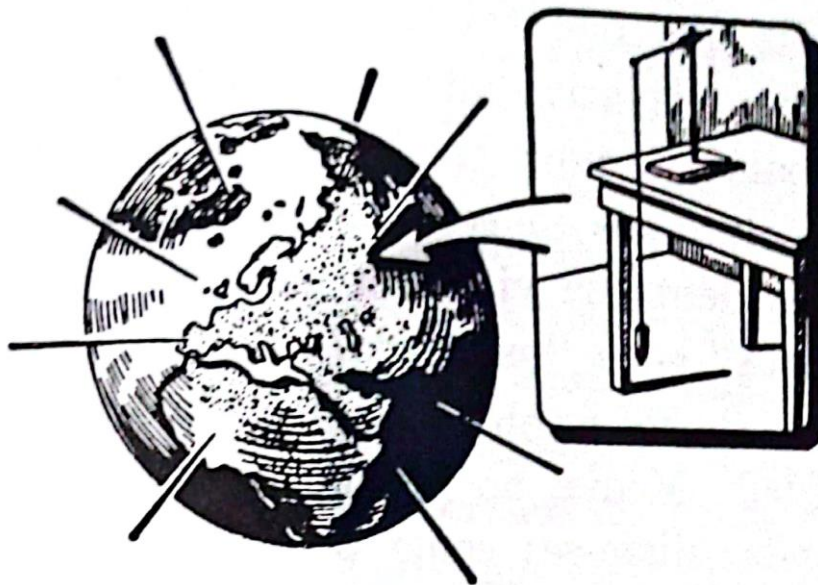
O ABSOLUTO TORNA-SE RELATIVO

Freqüentemente empregamos os verbos “subir” e “descer”. Esses conceitos são absolutos ou relativos?

Em diferentes épocas foram dadas diferentes respostas a esta pergunta. Quando não se sabia que a Terra era redonda, e se imaginava que fosse plana, a direção vertical era considerada um conceito absoluto. Admitia-se que a direção vertical era a mesma em todos os pontos da superfície da Terra, e era natural falar em “sobe” e “desce” absoluto.

Quando se descobriu que a Terra era redonda, a noção de “vertical” desmoronou.

De fato, sendo a Terra redonda, a direção de uma linha vertical depende, essencialmente, da posição do ponto na superfície da Terra, pelo qual passa a linha.



Em pontos diferentes do globo, a direção vertical será diferente.

O absoluto se tornou relativo, desde que as noções de “para cima” e “para baixo” perderam seu sentido; a não ser que o ponto exato na superfície da Terra seja especificado. Não existe uma direção vertical no Universo. Portanto, para qualquer direção no espaço, podemos especificar um ponto, na superfície da Terra, em relação ao qual essa direção será vertical.

O “BOM SENSO” PROTESTA

Tudo isso nos parece óbvio hoje, e não temos a mínima objeção. Entretanto, a história

nos diz que não foi fácil aos seres humanos perceber a relatividade dos conceitos de cima e embaixo. O povo tende a atribuir um sentido absoluto aos conceitos cuja relatividade não seja evidente na vida diária, como no caso de “direita” e de “esquerda”.

Recordemos as objeções absurdas, levantadas na Idade Média, ao fato de que a Terra era redonda; dizia-se: como poderiam as pessoas andar de cabeça para baixo?!

Este argumento está errado, pois não considera a relatividade da direção vertical, proveniente do fato de a Terra ser redonda.

Se não reconhecessemos a relatividade da direção vertical e a tomássemos como absoluta em Moscou, por exemplo, então, naturalmente, as pessoas na Nova Zelândia estariam andando de cabeça para baixo. Mas, devemos ter em mente também que, para os neo-zelandeses, os moscovitas é que estão andando de cabeça para baixo. Aqui não há contradição, pois a direção vertical não é um conceito absoluto, mas um conceito relativo.

Só percebemos o verdadeiro significado da relatividade das direções verticais, quando consideramos dois pontos suficientemente afasta-

dos entre si na superfície da Terra; por exemplo, Moscou e Nova Zelândia. Se, por outro lado, tomarmos dois pontos próximos entre si, por exemplo, duas casas em São Paulo, poderemos considerar todas as verticais como sendo praticamente paralelas, isto é, absolutas.

Apenas quando consideramos áreas comparáveis em tamanho à superfície da Terra, é que as tentativas de utilizar uma vertical absoluta levam a absurdos e contradições.

Os exemplos que discutimos acima mostram que muitos dos conceitos que usamos na vida diária são relativos, e só fazem sentido quando especificamos as condições de observação.

MATERIAL EXTRA 2 – ATIVIDADE MOVIMENTO ARISTOTÉLICO

Um filósofo grego parado sobre as margens de um rio lança uma pedra sobre ele partindo com uma velocidade horizontal de 5 m/s a uma altura de um metro do rio. Caso a concepção aristotélica de movimento estivesse correta e os movimentos forçados e naturais tivessem a mesma duração, calcule a velocidade média de queda da pedra, para um movimento que dura dois segundos.

MATERIAL EXTRA 3

Figura 5: Arte Medieval 1



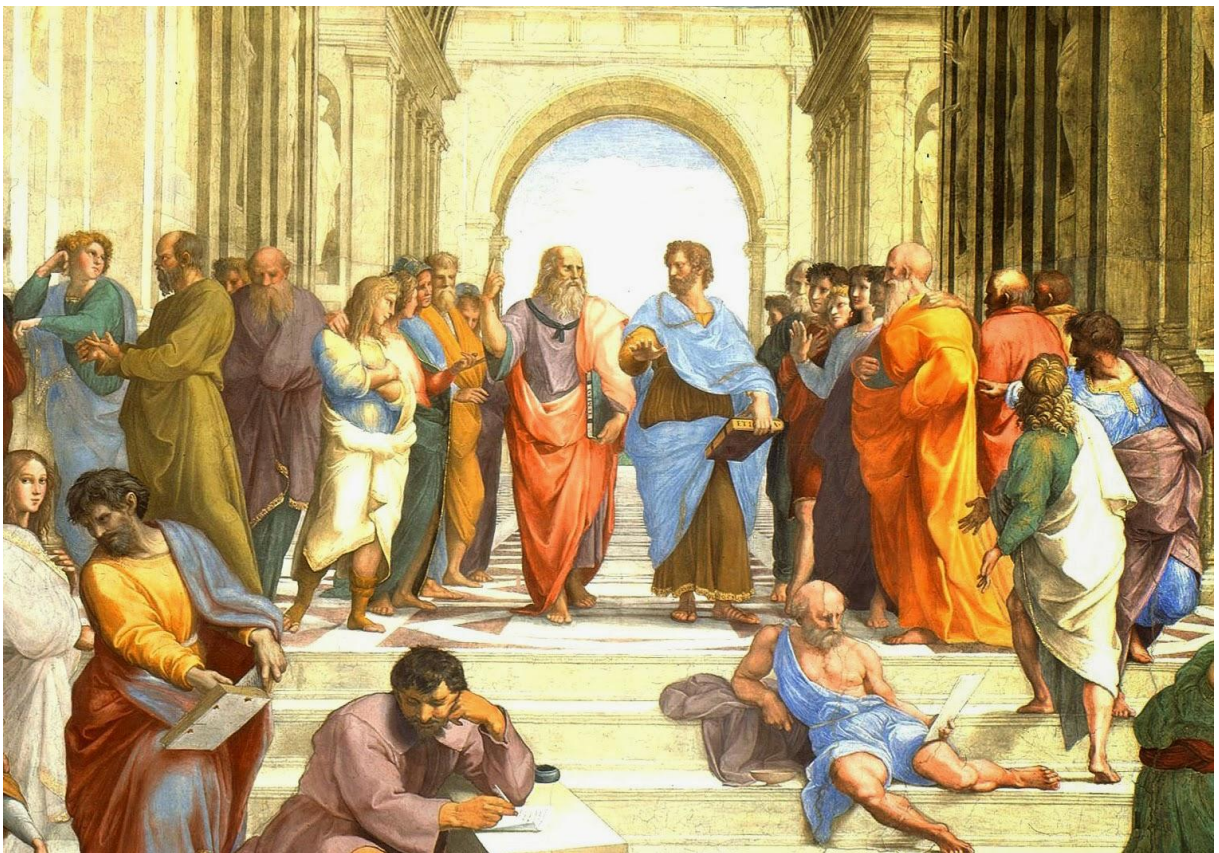
Fonte: <https://www.musicalencounters.co.uk/event-details/k-meira-goldberg-tracing-duende-on-digging-our-embodied-history>

Figura 6: Arte Medieval 2



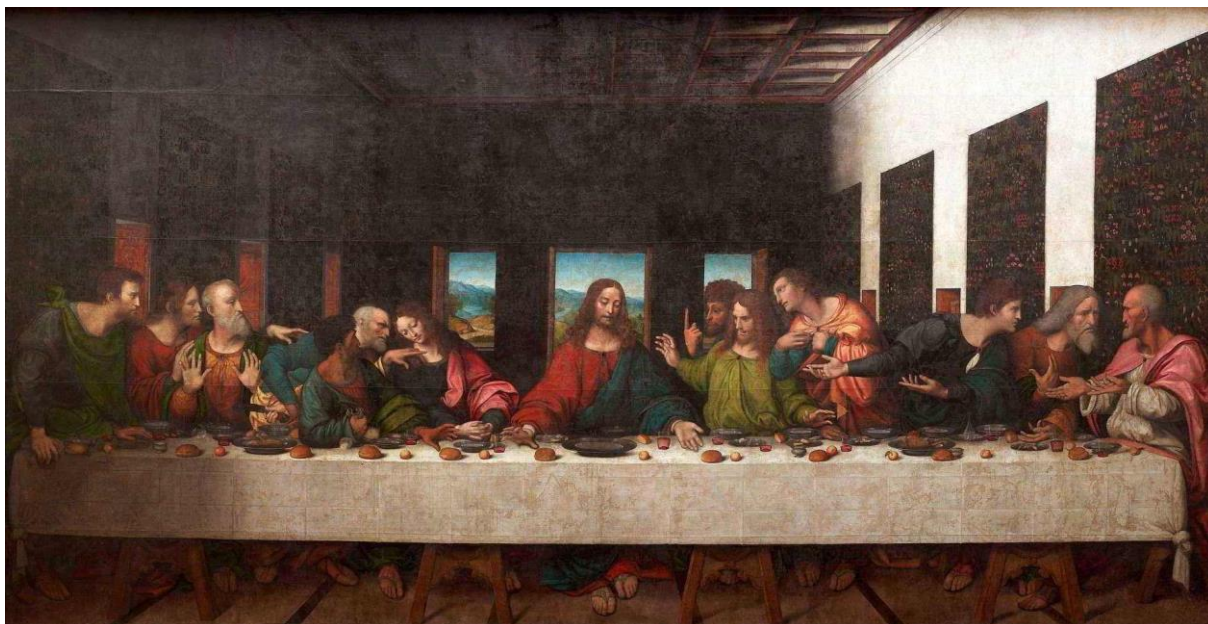
Fonte: <https://www.chegg.com/flashcards/art-history-mid-term-64f68e19-7016-4e30-b6fa-e90632a27694/deck>

Figura 7: Arte Renascentista 1



Fonte: <https://xdocs.com.br/doc/22-as-guerras-greco-persicas-4olr65d40yom>

Figura 8: Arte Renascentista 2



Fonte: <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-8435069/Feet-Jesus-Leonardo-da-Vincis-Supper-revealed-gigapixel-Google.html>