

DA FÍSICA ANTIGA À FÍSICA MODERNA: UMA VISÃO DO SEU PROCESSO HISTÓRICO

Maycon Marcos Leal ¹
Francisca do Socorro Pires da Silva ²
Márcia Rodrigues de Alencar Barbosa ³
Liberalino de Souza Meneses ⁴

RESUMO

O presente artigo vem fazer uma abordagem histórica da física, desde os atomistas gregos a Física do século XX. Pode-se dizer que essa abordagem concorre para uma compreensão mais significativa dos conteúdos de estudo. O objetivo da pesquisa foi apresentar a evolução da física, bem como seus grandes nomes que perpetuam na história das ciências, numa perspectiva histórica, na qual é uma das mais efetiva para maioria dos alunos, pelo fato de propiciar uma maior apropriação dos conceitos básicos necessários, como também empreende-se mais significado para os alunos, contribuindo para que possa acompanhar a disciplina durante o curso do Ensino Médio. Adiante, com a intenção de entender o quanto as pesquisas acerca da inserção de Física Moderna no Ensino Médio têm conduzido a propostas de Ensino a serem efetivadas em sala de aula, foi analisada a produção acadêmica pertinente, publicada em artigos científicos. A análise considerou os seguintes aspectos: metodologia proposta, referencial teórico adotado e conteúdos sugeridos. Em relação à metodologia foi possível perceber que em sua maioria as propostas utilizam-se da História e Filosofia da Ciência como metodologia de ensino.

Palavras-chave: Evolução histórica, Ensino de Física, Física Antiga, Física Moderna.

INTRODUÇÃO

O ser humano sempre procurou entender sua origem e o mundo em que o cerca. Aos poucos o homem foi compreendendo natureza, bem como conseguiu descobrir certos fatos a partir de necessidades como, por exemplo, a invenção da roda e a descoberta do fogo. Sendo assim, na tentativa de compreender a natureza através da observação, a Física tenta explicar os fenômenos que ocorrem na mesma.

Talvez a ciência tenha surgido em paralelo com a espécie humana, mas percorreu um caminho até a formação de como a conhecemos hoje e ainda está em constante evolução. O mundo passou por inúmeras transformações desde os filósofos gregos, pautados, em diversos momentos, no empirismo, e o método científico trouxe a humanidade à sociedade tecnológica

¹ Graduado pelo Curso de Física do Instituto Federal do Piauí - IFPI, mayconfisico@gmail.com;

² Graduada pelo curso de Licenciatura Plena em Normal Superior da Universidade Estadual do Piauí - UESPI, franciscapires641@yahoo.com.br;

³ Graduada pelo curso de Física da Universidade Federal do Piauí - UFPI, marciaeadiel@hotmail.com;

⁴ Mestre pelo Curso de Física Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, liberameneses@gmail.com

atual. Tais transformações tiveram como fruto mais recente a ciência moderna, com grande impulso no século XVII, focada na experimentação como forma de conhecer e delimitar leis naturais. Nascia a ciência moderna, apoiada em proeminentes mentes como as de Lavoisier e Galileu Galilei, que argumentavam que somente através de experimentos quantitativos poderíamos testar hipóteses e, seguramente, conhecer o mundo (PORTO, 2008).

No sentido de contribuir para uma discussão sobre a História das Ciências e o seu papel na educação básica brasileira, este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre como a história da física oferece uma série de informações que nos permitem analisar a construção do que entendemos hoje a física como ciência, no escopo epistemológico, e como a prática do ensino da física, bem como a mesma evoluiu ao longo do tempo.

Diante disso, é de suma importância abordar os conteúdos de Física, numa perspectiva histórica, pois poderá favorecer uma aprendizagem mais significativa da disciplina pela possibilidade de compreensão do conteúdo que está sendo estudado, como também uma metodologia que promove um melhor entendimento dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento. Nesse sentido, a pesquisa tem como questão norteadora: essa metodologia de ensino pode acarretar mudanças no ensino e aprendizagem na disciplina de Física?

Este trabalho foi escrito com base em dados de pesquisas anteriores, devidamente recortado e adaptado para esta publicação. Assim, serão trabalhados os aspectos gerais do que entendemos hoje como física: ciência, cultura e epistemologia. Assim, o mesmo teve como objetivo geral, apresentar a evolução da física, bem como seus grandes nomes que perpetuam na história das ciências.

Para obtenção dos resultados foram feitas análise de artigos já publicados, mostrando a história da física em seus principais momentos. O breve passeio se inicia com os atomistas gregos, passando pelos mecanicistas Galileu, Newton e outros, avançando na história da termodinâmica, eletromagnetismo e culmina n ciência do século XX com a física moderna.

A FÍSICA COMO CIÊNCIA E CULTURA NA HISTÓRIA

A ciência, de modo geral, é uma atividade humana que vem sendo construída por muito tempo e que possui uma série de características bastante específicas, comparativamente às outras atividades humanas como a arte, a prática religiosa, a meditação e o esporte, tais como: a observação sistemática da natureza, de seus fenômenos, seus sujeitos e objetos; a análise e o estudo dessas observações; a construção e a reconstrução da história; a previsão de

fenômenos, processos e comportamentos naturais (humanos ou não) e culturais, entre outros. Segundo Alan Isaacs e Valerie Pitt, “no momento em que o ser humano começou a perceber que certos efeitos se seguiam sempre a uma determinada causa, nasceu o estudo sistemático da natureza, ao qual chamamos ciência” (ISAACS, 1976, p. 6).

O modo como a física funciona, essa forma de olhar para o mundo, essa filosofia sistemática, aparentemente surgiu com os gregos alguns séculos antes da Era Cristã e permitiu que o homem abrisse, por vezes em pequenos grupos, espaço para compreender diversos fenômenos naturais, situações, processos e comportamentos que anteriormente não lhe era possível compreender (SCHENBERG, 2004).

Para entender o que caracteriza a física (e as ciências naturais), podemos avaliar interpretações como a do físico norte-americano Richard Feynman, para quem “a matemática não é uma ciência de nosso ponto de vista, no sentido de que não é uma ciência natural. O teste de sua validade não é a experiência”.(FEYNMAN, 2001, p. 89-90).

Estas simples definições nos permitem perceber que o estudo da física está diretamente ligado à observação da natureza, sensível ao homem, no espaço e no tempo, bem como a compreensão de como era ou do que houve com a natureza anterior, no caso do tempo, ou em outros locais, no caso do espaço, onde o homem não esteve. Também permite prever o que será e como será a natureza posterior ao homem, no tempo, e em lugares ainda não mensuráveis, no espaço. Essa observação, aliada ao registro, ao compartilhamento de dados e ideias, à análise sistemática utilizando recursos, ferramentas e conhecimentos prévios e aos problemas que se pretendem compreender, forma o que chamamos hoje de física.

Para o físico e ensaísta francês Lévy-Leblond (2001), os cientistas estão a todo instante criando mundos imaginários (ficção), como forma de argumentar sobre fatos (mundo real) observados: estudam-se modelos ideais para entender o mundo real.

Nesse tortuoso caminho, ao longo dos séculos, muitas teorias e conceitos físicos foram desenvolvidos (a física enquanto ciência), bem como muitas teorias e conceitos sobre como a física se faz (a epistemologia e a filosofia da ciência) e, não por menos, muitas teorias e conceitos estão surgindo sobre ensinar e aprender física (o ensino de física enquanto ciência).

A figura simplifica o modo como as unificações das interpretações das leis da natureza vêm sendo construídas partindo, na base: das teorias clássicas da mecânica, da gravitação e da termodinâmica (da antiguidade ao século XIX); seguindo pelo conhecimento do eletromagnetismo e da relatividade (entre os séculos XIX e XX); alcançando patamares mais altos, com relação ao tempo e à complexidade dos conceitos, com a relatividade geral, a teoria quântica e a física atômica e nuclear (do início do século XX); e a física de partículas e de

campos, a física dos materiais, a cosmologia, a complexidade e a evolução (da metade do século XX para cá).

Durante essa evolução (temporal) da física, não linear, todas as outras áreas da ciência também evoluíram e a física parece viver num paradoxo: internamente, a física está extremamente mais complexa, utilizando recursos de outras áreas, como a matemática, a filosofia e a história, que também estão muito mais complexas, e empregando recursos da tecnologia, que também atingiu patamares jamais imaginados há dois ou três séculos; por outro lado, a grande busca da física no último século é a unificação das leis e das interpretações, ou seja, busca-se a identidade e a unidade num mar cada vez mais complexo de teorias e leis.

“A História da Ciência mostra assim que ideias aparentemente incorretas são posteriormente válidas e que haviam correspondido a intuições profundas. Vemos então que a evolução dos conceitos da Física é algo paradoxal e extremamente interessante porque não é processo retilíneo, mas um verdadeiro zigzague. Contudo, a ciência vai progredindo, cada vez descobrindo novas verdades. Mesmo quando se volta para uma ideia que já existia antes, não se volta do mesmo modo com que ela havia sido formulada anteriormente” (LATOURET, 2000).

Diante do exposto, assim como as outras ciências, a disciplina de Física passa por avanços e retrocessos, fracassos e sucessos. Sendo assim, é necessário levarmos em consideração a evolução do processo histórico, visto que os alunos esperam uma resposta de como determinado conceito iniciou a ser estudado e por quem.

METODOLOGIA

No que se refere a natureza do trabalho, é do tipo bibliográfica, visto que sua principal fonte de coleta de dados são artigos publicados em revistas que tratem deste tema, no que diz respeito aos dados obtidos através da análise do conteúdo das fontes citadas anteriormente, possibilitou a organização deste estudo em três tópicos.

No primeiro, tratamos a importância da Física Antiga e seus contribuintes, bem como a evolução dos conceitos do movimento. No segundo, abordamos sobre a Mecânica Newtoniana, isto é, falando da importância de Galileu, Newton e outros para o estudo do movimento e queda dos corpos.

No terceiro, tratamos da nova Física do século XX, ou seja, abordamos um pouco da história desse momento marcante na física, bem como as grandes contribuições de Albert

Einstein. Por fim, analisamos alguns artigos que abordam trabalhos realizados em escolas de Ensino Médio com essa temática.

ATOMISTAS GREGOS

Naquela época, a ideia de átomo era apenas uma esfera maciça e indivisível. Os átomos seriam rígidos, infinitamente pequenos e variados de tamanho e forma, que se agrupam em combinações casuais e por processos mecânicos. Por processos mecânicos, entenda as colisões sofridas pelos átomos no vácuo ou no vazio, para formar estruturas mais complexas.

Empédocles, filósofo pitagoreano, propôs que os átomos podem ser agrupados em quatro classes distintas que chamo de fogo, terra, água e ar. É claro que esses nomes não devem ser levados ao pé da letra. Não significam que, para aquele filósofo, há átomos deito de terra, outros de água, etc.

Aristóteles adotou o modelo de Empédocles e expandiu acrescentando propriedades aos diversos tipos de átomos. Toda matéria é composta pelas quatro substâncias básicas: terra, água, ar e fogo, as quais Aristóteles atribuiu quatro qualidades: quente, frio, úmido e seco, e assim por diante.

Poucos pensadores influenciaram tanto o mundo ocidental quanto a dupla Aristóteles e Platão, o primeiro discípulo do segundo. Esses filósofos viveram na Grécia, no século V a.C. e o pensamento ocidental balançou, como um pêndulo, ora para as ideias desenvolvidas por um pensador, ora pelas ideias propostas pelo outro. Para ciência, Platão pouco contribuiu. Aristóteles, por sua vez, trabalhou com que hoje chamamos de Biologia, Física, Geologia, Metafísica, Botânica e Lógica.

Aristóteles contribuiu para o desenvolvimento de muitas ciências, mas, em retrospectiva, percebe-se que o valor dessa contribuição foi bastante desigual. A sua química e a sua física são muito menos impressionantes do que as suas investigações no domínio das ciências da vida. Em parte por que não possuía relógios precisos, nem qualquer tipo de termômetro, Aristóteles não tinha consciência da importância da medição da velocidade da temperatura. Ao passo que os seus inscritos zoológicos continuaram a ser considerados impressionantes pelo próprio Darwin, a sua física estava já ultrapassada no século VI d.C.

Ao descrever o movimento de um corpo e suas causas, Aristóteles o dividiu em dois tipos: movimentos naturais e violentos. Por movimentos naturais na Terra, ele entendia os movimentos para baixo e para cima, como quando soltamos uma pedra ou quando

observamos a fumaça de uma fogueira. Os objetos procuram o seu lugar natural. A pedra cai porque é composta de terra, e o lugar natural da terra é o chão. A fumaça da fogueira sobe, pois é composta, basicamente, de fogo e seu lugar natural é a região superior.

A FÍSICA ARISTOTÉLICA

A física do movimento não é tão antiga quanto a física da matéria. E não foram outros que não os gregos os primeiros a partirem em busca dos princípios que regem o movimento da matéria. E a lógica suprema, diretriz da física da Antiguidade deve, se não aceita, pelo menos se incorporar na mente de quem quer que ouse criticar os conceitos estabelecidos pelos gregos, sob pena de cairmos no ridículo de combatermos um inimigo inexistente, negando o que jamais foi afirmado. Erros de conceituação existem tanto na física antiga quanto na clássica e certamente serão encontrados na moderna; porém, em termos de lógica, a física da Antiguidade parece-me impecável.

É comum a crítica à afirmação de Aristóteles de que se alguma coisa se move, algo deve estar empurrando-a ou segurando-a enquanto estiver em movimento. Ora, a dualidade da afirmação assegura a sua veracidade em termos de física clássica: ou trata-se de um movimento acelerado, ou de um movimento retardado! Em nada esta afirmação entra em contradição com a lei da inércia de Galileu ou de Descartes, segundo alguns, a qual é uma condição limite e hipotética e que representa exatamente o ponto a partir do qual o ato de empurrar transforma-se no ato de segurar (DRAKE, 1980).

Erros existem na física aristotélica do movimento apenas no estabelecimento de leis; ou seja, na mensuração dos fenômenos físicos. Assim, Aristóteles, segundo afirmam, acreditava que uma pedra ao ser lançada percorresse uma trajetória retilínea, sendo "empurrada" pela atmosfera até certo ponto; depois "cairia verticalmente. Convenhamos que não é fácil, utilizando os recursos disponíveis na época, e abstendo-se de uma interpretação "ao pé da letra", negar categoricamente tal crença. (OSADA, 1979).

MECÂNICA NEWTONIANA

Teve seu início com Galileu. Seu principal mérito foi notar que reduzindo o que hoje conhecemos como atrito, os fenômenos mecânicos observáveis aproximam-se cada vez mais da obediência a leis simples onde massa e volume deixam de interferir nos resultados. Já nos referimos às leis da inércia e da queda livre. Newton notou a ambiguidade desta última

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br

concebendo a lei da gravitação universal. Eram todas leis limites ou de campo de aplicação restrito e válidas, portanto, para situações ideais.

Outra comparação feita na época é: se o Sol, a Terra e a Lua geram um campo gravitacional, porque não uma bola de bilhar, um nêutron ou um corpúsculo de luz? O nêutron não era conhecido naquela época, mas o corpúsculo de luz já era suspeitado, pelo menos por Newton. Será que um corpúsculo de luz, ou mesmo um fóton da física moderna, gera um campo gravitacional? Se tiver massa, sim, dirá um seguidor de Newton; mas Newton nunca fez esta afirmação, embora considerasse seus corpúsculos como tais; e porque não com massa? Será que um fóton atrai outro fóton?

A comprovação de que o fóton é atraído por um campo gravitacional é relativamente recente. A luz oriunda de uma estrela curva-se ligeiramente ao atravessar o campo gravitacional solar; logo, se abstrairmo-nos das considerações relativistas a respeito da geometria do espaço, podemos dizer que os fótons são atraídos pelo Sol. Mas isso não é o mesmo que dizer que o fóton cria um campo gravitacional; e nem mesmo que o fóton atraia o Sol na razão direta de sua massa. Pois do contrário estaríamos admitindo a gravitação como uma propriedade inerente à matéria. E Newton, apesar de ter enunciado a lei da atração gravitacional, não quis assumir este compromisso. Afinal, ele não sabia, como ainda hoje não se sabe, a que se deve a atração gravitacional; e, ao que tudo indica, imaginava-a como se fosse um fenômeno complexo relacionado a princípios simples.

Mas sendo um fenômeno complexo, a gravitação não poderia ser gerada por uma partícula simples. E, para salvar seus princípios, Newton sacrificou suas leis, aceitando a luz como constituída por corpúsculos que talvez não as obedecessem integralmente. Poucos entenderam esse sacrifício. Sua lógica era perfeita, mas não soube transmiti-la a seus discípulos. Talvez porque o fóton, ainda que não tão complexo, a ponto de criar um campo gravitacional, não fosse tão simples, chegando às vezes a simular um fenômeno ondulatório.

A FÍSICA DO SÉCULO XX: TRABALHOS VOLTADOS PARA EDUCAÇÃO

Nesse tópico tratamos sobre um pouco da nova física, ou seja, um breve histórico que marca a passagem da mecânica newtoniana com certos limites, como também as grandes teorias de Albert Einstein que revolucionaram a física. Logo em seguida falamos sobre os trabalhos que abordam essa temática, dividindo-os por áreas renomadas da Física, chamando a atenção o fato de que a maior parte deles se refere a propostas de ensino da Relatividade.

Além disso, foi procurado artigos que abordem os temas sobre Mecânica Quântica e Supercondutividade.

A Física de Albert Einstein

Até o final do século XIX, o espaço e o tempo eram considerados absolutos e independentes um do outro. Admitia-se o tempo como universal e o espaço como formando um universo euclidiano e infinito. Para Isaac Newton (1642- 1727), por exemplo, o espaço tinha um caráter divino (NEWTON, 2002), admitido como o sensorium de Deus (TIPLER, 1988, p. 215-228).

Foi Albert Einstein (1879-1955) quem deu, em 1905, uma contribuição essencial à Física (STACHEL, 2001), reformulando o conceito de Relatividade de Galileu e de Newton. Esta contribuição corresponde a uma nova visão de mundo (CARUSO, 2006), e teve reflexos enormes na metodologia e no desenvolvimento da Física no século XX, no desenvolvimento tecnológico e, do ponto de vista físico-filosófico, introduz profundas modificações nos conceitos de espaço, tempo, massa e energia.

Teoria da Relatividade

Um dos trabalhos que analisamos foi tese de doutorado (2006) intitulada “Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia”, que tem também um artigo de mesmo nome publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física (MACHADO; NARDI, 2006).

O propósito dos autores foi utilizar-se da hipermídia para ensinar Física Moderna, em especial a Teoria da Relatividade, com foco na equivalência massa e energia. Para isso foram criados hipertextos que levam em consideração a História e Filosofia da Ciência com enfoque Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) e que procuram fazer a transição entre a Física Clássica e a Física Moderna, tendo como teoria de fundo a aprendizagem significativa de Ausubel.

O resultado da construção do software educacional foi testado em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública. Para avaliação do material e da aprendizagem dos estudantes vários instrumentos foram aplicados, como pré e pós-testes, atividades exigidas pelo software que deveriam ser respondidas por escrito durante o curso e entrevistas concedidas pelos alunos ao final do curso.

Os pesquisadores concluem que o computador é motivador, que o conteúdo no hipermídia estava acessível aos estudantes e que as imagens auxiliaram na aprendizagem. E ainda, o fato de ter apresentado a Física Moderna a partir da Física Clássica facilitou que os estudantes percebessem a ciência em evolução.

Um segundo artigo, denominado “Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do Ensino Médio: uma possível abordagem” (GUERRA; BRAGA; REIS, 2007), teve por finalidade apresentar uma abordagem da relatividade restrita e geral no Ensino Médio, a partir da história e filosofia da ciência.

A proposta curricular em questão foi aplicada em uma escola federal. Tendo como tema central uma discussão em torno das contribuições de Galileu para a Cinemática, numa perspectiva histórico-filosófica, considerando que a Física deve-se dar dentro do contexto social em que a ciência foi produzida. Para auxiliar na discussão histórica foi utilizado o filme, (O Nome da Rosa).

Os resultados da pesquisa são todos qualitativos, registrados pelo professor ao longo das aulas, desde suas impressões até o comportamento dos alunos e questões por eles levantadas. Esses registros mostraram a possibilidade de inserção da Teoria da Relatividade Restrita no primeiro ano do Ensino Médio, sem que fosse dado à teoria um aspecto de conteúdo a parte, como um apêndice do conteúdo já estabelecido para esta série.

Mecânica Quântica

Sobre a Mecânica Quântica, iniciamos com o trabalho de Rogério Avila Chiarelli (2006), “Física Moderna e Contemporânea no ensino médio: é possível abordar conceitos de Mecânica Quântica”, que propõe a abordagem, de forma conceitual, numa turma de terceiro ano do ensino médio, dos seguintes conceitos da Mecânica Quântica: dualidade, princípio da incerteza, caráter probabilístico de resultados de medida, superposição de estados (gato de Schrödinger).

Na sala de aula, conforme o autor, foram necessários alguns recursos, tais como apresentação em Power Point, para o ensino do problema da dupla fenda e do gato de Schrödinger, e apresentação de vídeos para os demais conceitos.

O marco teórico da pesquisa é a aprendizagem significativa de Ausubel, as técnicas de mapas conceituais de Novak para perceber a compreensão por parte dos estudantes dos conceitos, além do perfil epistemológico de Bachelard para análise de pré e pós testes que foram aplicados.

Para o autor o resultado foi considerado positivo, pois foi possível o ensino da mecânica quântica no ensino médio. Ele, porém, aponta como uma dificuldade a falta de hábito de leitura dos estudantes.

Supercondutividade

No que se refere a Supercondutividade, analisamos apenas um trabalho abordando tal tema. O trabalho é uma dissertação de mestrado de autoria de Carla Beatriz Sphor (2008) - “O tema da supercondutividade no nível médio: desenvolvimento de material hipermídia fundamentado em epistemologias contemporâneas”.

A ideia central foi trabalhar a supercondutividade a partir de uma página de internet, criada pela pesquisadora, fundamentada em epistemologias contemporâneas: Popper, Kuhn, Lakatos e Laudan.

A proposta de ensino considerou a natureza da ciência e contemplou os seguintes conteúdos: modelo de metal, corrente elétrica, resistividade elétrica, supercondutor x condutor perfeito, materiais supercondutores, indução eletromagnética – Lei de Faraday, propriedade do estado supercondutor, resistividade nula, efeito meissner, levitação magnética, transição do estado normal para o estado supercondutor como uma mudança de estado físico, Teoria BCS, resistividade nula e pares de cooper, o efeito colchão, aplicações e transmissão de potência. As aulas foram ministradas para o terceiro ano do EM, e estão descritas e comentadas uma a uma na dissertação. A teoria de Vigotski é utilizada como referencial para a análise do processo de ensino aprendizagem dos estudantes durante o desenvolvimento das aulas.

A página produzida e utilizada como principal recurso nas aulas, segundo a autora, “mostrou-se um material didático capaz de envolver o aluno em discussões interessantes durante a aula e contribuir para sua motivação em aprender física.” (Sphor, 2008, p. 121).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante desse estudo, considerando suas questões específicas, que teve como objetivo apresentar a evolução da física, bem como seus grandes nomes que perpetuam na história das ciências, pode-se concluir que essa forma de abordagem de ensino concorre para uma compreensão mais significativa e uma apropriação dos conceitos básicos necessários aos conteúdos de Física, favorecendo a possibilidade de aprendizagens futuras que serão requeridas no transcorrer do Ensino Médio.

Neste sentido, a história da Física vem contribuir com a evolução da ciência visto que o conhecimento científico se dá através do surgimento de novas ideias com base nas ideias antigas. Portanto, apresentar o início de tudo para os alunos é de suma importância, pois, dessa forma eles passam a compreender que o conhecimento não se adquire se constrói e que a ciência é mediada pelo contexto histórico em processo permanente de movimento e transformação.

No tocante aos trabalhos analisados na área de Física Moderna, após ter feito um levantamento foi possível perceber a carência, no período considerado, de propostas de ensino em algumas áreas da Física Moderna, como, por exemplo, Supercondutividade, para o qual foi encontrado apenas um trabalho nessa área. Por outro lado, chama também a atenção a presença de um número significativo de propostas de ensino para a Teoria da Relatividade.

Apesar dessa disparidade, percebe-se, em quase todas elas, há uma preocupação dos autores em considerar a natureza da ciência, assim como a História e Filosofia da Ciência, o que permite que o estudante tenha uma visão mais próxima possível do desenvolvimento e construção da ciência.

Portanto, foi possível constatar que as pesquisas acerca da inserção de Física Moderna têm evoluído, uma vez que parece terem passado da fase de justificativas para a construção de propostas para ensinar tal conteúdo, mostrando, assim, que é relevante, pois ela pode proporcionar uma nova maneira de pensar a realidade em que vivemos, e perceber que essa realidade é produto das ações humanas. Apesar dessa relevância, essa nova realidade ainda está distante das salas de aula, o que limita uma discussão que poderia ser estimulante e desafiadora para os alunos.

REFERÊNCIAS

BROCKINGTON, G. **A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do ensino médio.** Dissertação de Mestrado. São Paulo, 2005.

CARUSO, F.; OGURI, V. **Física Moderna: origens clássicas e fundamentos quânticos.** Rio de Janeiro: Elsevier/Campus, 2006.

CHIARELLI, R.A. **Física Moderna e Contemporânea no ensino médio: é possível abordar conceitos de Mecânica Quântica.** Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, 2006.

FEYNMAN, Richard P. **Física em seis lições.** Trad. de Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Ediouro, 2001, p. 89-90.

GUERRA, A.; BRAGA, M.; REIS, J.C. Teoria da relatividade restrita e geral no programa de

mecânica do ensino médio: uma possível abordagem. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n.4, p. 575-583, (2007). Disponível em: www.sbfisica.org.br. Acesso em: Julho/2019.

ISAACS, Alan e PITT, Valerie. **Física**. Trad. Maria P. B. De M. Charlier e René F. J. Charlier. São Paulo: Edições Melhoramentos, 1976, p. 6.

J. OSADA, **Evolução das ideias da Física**, Ed. Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1979, p.23

LATOUR, Bruno. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: Ed. Unesp, 2000.

LÉVY-LEBLOND, Jean-Marc. Science's fiction. **Hampshire: Nature**, v. 413, n. 573, 2001.

MACHADO, D. I. NARDI, R. **Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia**. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.28, n.4, p.473-485, 2006. Disponível em: www.sbfisica.org.br. Acesso em: agosto/2019.

NEWTON, I. **Optiks**. London, 1704, Queries 28 and 31. Tradução: A.K.T. ASSIS. **Óptica**. Editora Edusp, 2002.

PORTO, C. M. P. M. B. D. S. M. A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 2008, p. 4601-4609, 2008.

SCHENBERG, Mário. **Pensando a física**. São Paulo: Landy Editora, 2001; ZANETIC, João. **FMT 405 – Evolução dos conceitos da física**. 1ª parte: Alguns tópicos de “filosofia” da ciência. Notas de aula – 1ºsem./2004. São Paulo: Instituto de Física da Universidade de São Paulo, 2004.

S. DRAKE, La Manzana de Newton y el Dialogo de Galileo, *Investigation y Ciencia* Nº 49, Outubro de 1980, p. 108

SPHORC.B. **O tema da supercondutividade no nível médio**: desenvolvimento de material hipermídia fundamentado em epistemologias contemporâneas. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: 2008.

STACHEL, J. **O ano miraculoso de Einstein: cinco artigos que mudaram a face da Física**. Tradução: Alexandre Carlos Tort. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2001.

TIPLER, F. J. **The Sensorium of God: Newton and Absolute Spaces**. In: COYNE, G. V.; HELLER, M.; ZYCINSKI, J. (Eds.). **Newton and the new direction in Science**. Vaticano: Specola Vaticana, 1988, p. 215-228.