



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS SÃO RAIMUNDO NONATO
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA**

KELVIN LOPES DE CASTRO

**ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA: UMA PROPOSTA DE
INTERVENÇÃO CURRICULAR SOBRE A DISCIPLINA DE FÍSICA NO ENSINO
MÉDIO**

SÃO RAIMUNDO NONATO – PI

2022

KELVIN LOPES DE CASTRO

ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA: UMA PROPOSTA DE
INTERVENÇÃO CURRICULAR SOBRE A DISCIPLINA DE FÍSICA NO ENSINO
MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura Plena em
Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí. Campus São Raimundo
Nonato.

Orientadora: Profa. Ma. Mauryléia Marques
Ferreira

SÃO RAIMUNDO NONATO – PI

2022

C355e Castro, Kelvin Lopes de
Ensino de Física moderna e contemporânea: uma proposta de
intervenção curricular sobre a disciplina de Física no Ensino Médio /
Kelvin Lopes de Castro. - São Raimundo Nonato - PI, 2022.
40 f. il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto
Federal do Piauí, Campus São Raimundo Nonato, 2022.

Orientadora: Profa. Ma. Mauryléia Marques Ferreira

1. Ensino de Física. 2. Física Moderna e Contemporânea. 3.
Aprendizagem Significativa. I. Título

CDD - 530

Ficha catalográfica: Josué de Moura Costa (Bibliotecário) – CRB3/1130

KELVIN LOPES DE CASTRO

ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA: UMA PROPOSTA DE
INTERVENÇÃO CURRICULAR SOBRE A DISCIPLINA DE FÍSICA NO ENSINO
MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura Plena em
Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí. Campus São Raimundo
Nonato.

Aprovada em: 21 / 01 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ma. Mauryléia Marques Ferreira (Orientadora)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Antônio Sousa Ribeiro
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof^a. Dr^a. Mayane Leite da Nóbrega
Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

Dedicatória:

Aos meus pais e familiares que sempre
estiveram me apoiando, aos Professores do
curso pelos grandes ensinamentos e aos
amigos de turma pela união e
companheirismo que tivemos durante toda
essa jornada de estudos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante todo curso e realização deste trabalho.

Aos meus pais João Ribeiro de Castro e Juscineide dos Santos Lopes Castro, por sempre estarem me apoiando ao lado de todo o meu crescimento e principalmente durante esses quase cinco anos, apoio que foi essencial para que eu chegasse ao fim desse curso.

A todos os professores e servidores do IFPI do Campus São Raimundo Nonato, em especial a Professora Mauryléia Marques Ferreira, por ter sido minha orientadora e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade e também pelo constante apoio durante todo o curso.

Ao Instituto de Educação Ciências e Tecnologia do Piauí, Campus São Raimundo Nonato, instituição essa que proporcionou o fortalecimento do meu processo de formação profissional da área da Física, ofertando gratuitamente o curso.

A Escola Família Agrícola Serra da Capivara em nome da diretora Sônia Bonfim, pela compreensão e apoio sempre que necessitei me ausentar para dedicar as atividades de curso e também pelas boas experiências adquiridas, pois esse trabalho é fruto de uma delas.

Aos meus colegas de curso, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando.

“Avaliando a existência enquanto não abrange os
insights da física moderna seria como lutando no
escuro com um adversário desconhecido.”

Brian Greene

RESUMO

A inserção dos tópicos de Física Moderna e Contemporânea nas aulas do Ensino Médio se mostra relevante nas pesquisas dentro do campo de Ensino de Física, pois pode proporcionar uma nova maneira de pensar a realidade em que vivemos. Embora documentos oficiais, como a nova BNCC, proponha que estes façam parte do currículo, a abordagem dos mesmos ainda é uma realidade distante na maioria das escolas brasileiras. Neste trabalho apresentamos, por meio de uma revisão bibliográfica, as principais dificuldades e desafios enfrentados para se ensinar Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Com esse levantamento, buscaremos destacar a importância desse conteúdo dentro de uma perspectiva de ensino contextualizado, com propostas potencialmente significativas e que possam dar uma completude no Ensino de Física na visão dos estudantes, aproximando o conteúdo à realidade, pautando-se assim na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Dessa forma, temos como objetivo principal, propor uma reorganização dos conteúdos do currículo de Física, de forma que aborde ao longo de todo o Ensino Médio temas como Relatividade Restrita e Geral, Natureza Corpuscular da Luz, Efeito Fotoelétrico entre outros, visando que os professores possam fazer uso do mesmo e assim preencher lacunas no ensino de Física da educação básica.

Palavras-chave: Física Moderna e Contemporânea; ensino de Física; Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

The insertion of the topics of Modern and Contemporary Physics in the High School classes shows relevant in research inside of the field Physics Teaching, since it may provide a new manner of thinking the reality the we live. Although official documents, as the new BNCC, proposes that they be a part of the curriculum, their approach is still a distant reality in most of Brazilian schools. In this work we present, through a literature review, the main difficulties and challenges to teach Modern and Contemporary Physics in high school. With this survey, we will try to highlight the importance of this content inside the perspective of the contextualized teaching, with potentially significant proposals and that can give a completeness of Physics Teaching in the view of the students, bringing the content closer to reality, thus being guided by the Meaningful Learning Theory of Ausubel. In this way, we have as main objective, proposes a reorganization of the contents of the physics curriculum, in a way that address throughout High School topics such as Special and General Relativity, Corpuscular Nature of the wave, Photoelectric effect, among others, aiming that the teachers can make use of it and thus fill gaps in the teaching of Physics in basic education.

Keywords: Modern and Contemporary Physics; teaching of Physics; Meaningful Learning.

LISTA DE QUADROS

Quadro1 – Analise dos livros didático	21
Quadro2 – Organização dos conteúdos de FMC ao longo do EM	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lista dos Livros Didáticos	21
Tabela 2 – Tabulação dos trabalhos	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EF	Ensino de Física
FMC	Física Moderna e Contemporânea
EM	Ensino Médio
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PCN's	Parâmetros Curriculares Nacional
PNLEM	Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	O ENSINO DE FMC A PARTIR DA EDUCAÇÃO BÁSICA BRASILEIRA	16
2.1.	Bases para o ensino de FMC na educação básica.....	16
2.2.	Porque ensinar/estudar FMC	17
3.	DESAFIOS E POSSIBILIDADES PARA SE ENSINAR FMC NAS ESCOLAS DE EDUCAÇÃO BÁSICA	19
4.	METODOLOGIA.....	25
4.1.	Levantamento bibliográfico	25
4.2.	Análise dos livros didáticos	26
4.3.	Proposta de reorganização dos conteúdos	26
5.	PROPOSTA DE INSERÇÃO DE FMC A PARTIR DE ATIVIDADES CONTEXTUALIZADAS	27
6.	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	29
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
	REFERÊNCIAS	34
	ANEXO A – RESUMO DO FILME INTERESTELAR.....	37
	ANEXO B – EXPERIMENTO DAS DUAS FENDAS	38
	ANEXO C – PRÁTICA CONSTRUINDO UM ESPECTROSCÓPIO.....	40

1. INTRODUÇÃO

A Física é sem dúvidas, uma ciência de suma importância para sociedade moderna, pois são inúmeras as suas contribuições que proporcionaram o desenvolvimento e expansão das tecnologias para o mundo contemporâneo. A criação de novas fontes de energia que alimenta os nossos aparelhos eletrodomésticos, a facilidade de comunicação a distância, os meios de locomoção cada vez mais rápido e eficiente, a modernidade na saúde como equipamentos de última geração, são alguns dos grandes avanços da tecnologia. Por traz de cada avanço tecnologia, exigiu-se conhecimentos que só a Física pode explicar.

Considerando que é fundamental para educação básica, uma formação pautada na inclusão do cidadão no mundo moderno, os exemplos atribuídos anteriormente se fazem necessário no contexto escolar. Como coloca a nova BNCC “ a Ciência e a Tecnologia tendem a ser encaradas não somente como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto os dos indivíduos como os da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo” (BRASIL, 2020, p. 547).

O Ensino de Física (EF), como área de pesquisa no eixo da Física, é foco em várias investigações científicas, com objetivo de trazer clareza sobre os aspectos teóricos envolvidos na aprendizagem de Física, além de traçar estratégias afim de tentar reduzir a complexidade desta ciência, tantas vezes abordada de forma tradicional com formalismo matemático e sem contexto com o cotidiano. São muitas as estratégias e intervenções sobre o currículo quando ainda se trata de educação básica.

A disciplina de Física traz em seu currículo a Física Clássica, que vai desde os conhecimentos filosóficos até meados do século XIX, e é amplamente trabalhada pelos professores que fazem uso de livros didáticos entre outros materiais, além de contemplar a Física Moderna do início dos séculos XX, sobre os principais percursores Max Planck e Albert Einstein, e presente em temas contemporâneos. Estes últimos, entretanto, sofrem com a ausência de serem contemplados na maioria das salas de aula e carecem de investigação sobre os motivos. Pois de acordo com Pereira (2019, p.2): “O ensino da Física Moderna e Contemporânea oportuniza a formação de cidadãos mais conscientes e participativos de seu próprio mundo, de sua própria existência”.

Nas últimas décadas, muitos pesquisadores vêm mostrando pontos de extrema relevância, no tocante da inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) na educação básica (SILVA; ARENGHI e LINO, 2013.; SANTOS e SOUZA, 2016). Por se tratar da chamada “Física atual”, presume-se que a abordagem para o Ensino Médio, tornará a disciplina de Física mais consistente e atrativa para os estudantes, pois está mais difundida a temas atuais e de interesse da modernidade. A FMC, vai além de cálculos matemáticos e exposição de conceitos, é a explicação por exemplo, dos grandes avanços tecnológicos, como os citados no início desse texto.

Os temas que compõem o Ensino de Física Moderna e Contemporânea correspondem a uma pequena parte do currículo da educação básica, propondo a sua abordagem no final do último ano do Ensino Médio (EM). Mesmo com a reformulação proposta pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), no currículo do Estado do Piauí, essa área da Física fica para o último tópico, sendo integrado neste documento a parte de estudos da óptica, o que representa uma unificação desse eixo aos fenômenos eletromagnéticos. Fato este, que na maioria das vezes é um dos motivos pela qual a FMC deixa de ser contemplada entre os conteúdos de sala de aula. Claro, não podemos desconsiderar outros fatores, como a formação dos profissionais, entre outras questões apontadas neste trabalho.

A partir de então, pressupõem-se que o EF na educação básica, ainda permaneça compreendido como desinteressante para os alunos, uma vez que a Física Clássica é trabalhada de forma tradicional, onde os conteúdos são apresentados somente por meio de cálculos matemáticos e sem correlação com o cotidiano e aplicações no mundo atual. O uso indiscriminado do formalismo matemático no ensino de Física por si só não tem gerado resultados positivos e muitas vezes deixam grandes lacunas, distanciando essa ciência da realidade cotidiana, com a interpretação de fenômenos de quem está a conhecê-la.

De acordo com Santos e Souza (2016, p.1):

É importante considerar como verdade que muitos dos estudantes da educação básica não encontram aplicabilidade da Física ensinada na escola, o que prejudica o entendimento da importância dessa ciência para evolução tecnológica, inclusive da que vivenciamos na atualidade.

Essa é uma colocação que nos leva a refletir o quanto é necessário fazer uma

aproximação dos conteúdos à realidade e atualidades, como é o caso dos temas da FMC.

Assim esse trabalho tem como objetivo, apresentar uma viabilidade de reestruturação didática dos principais conteúdos de FMC, sugeridos pelo currículo de Física para o EM, visando uma maior contemplação destes conteúdos para esse nível de ensino. Logo, para que a proposta deste trabalho fosse possível, buscamos compreender por meio da revisão bibliográfica, os motivos pelos os quais, a FMC ainda não é abordada na maior parte das escolas de educação básica do nosso país. Acrescentamos ainda, que este trabalho se trata de uma proposta, a qual é apresentada por meio do quadro temático visando a abordagem de temas da FMC ao longo dos três anos do EM, ao tempo que o professor trás em suas aulas os conteúdos da Física Clássica. Para sua execução dessa proposta, fica livre ao professor que, ao desenvolver na prática da sala de aula, fazer as adaptações que forem necessárias e que se adequem à realidade de sua escola.

Este trabalho está dividido em três capítulos, onde o primeiro traz a fundamentação teórica sobre a literatura que apresenta a relevância do ensino de FMC na educação básica, este dividido em dois tópicos que vão desde as bases para o ensino de FMC e porque estudar tal área. O segundo capítulo, também dividido em dois tópicos, onde primeiramente fazemos uma análise literária afim de identificar os principais desafios que tornam os conteúdos da FMC uma realidade distante da sala de aula e logo no segundo tópico fazemos uma reflexão da FMC numa perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Já no terceiro capítulo, após a metodologia, apresentaremos uma proposta de reorganização curricular dos principais conteúdos de FMC presentes nos livros didáticos, distribuindo ao longo dos três anos do EM, fazem um elo de ligação aos temas da Física Clássica.

2. O ENSINO DE FMC A PARTIR DA EDUCAÇÃO BÁSICA BRASILEIRA

Neste capítulo, apresentamos um breve panorama sobre o ensino de FMC na educação básica brasileira. Salientamos aqui, o porquê e o quanto é relevante ensinar nas aulas de EM conteúdo de FMC, pois é fundamental que a formação dos nossos jovens se respalde em um ensino contextualizado com a sociedade moderna, possibilitando a esses protagonistas do futuro, uma perspectiva de alfabetização científica ao meio em que vivem. Pois veremos que assim como é proposto pelos documentos oficiais que estabelecem o currículo de ensino, as pesquisas de ensino e aprendizagem em Física, confirmam o grau de relevância dessa área de estudo.

2.1. Bases para o ensino de FMC na educação básica

Segundo Marques *et al.* (2019), o ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio é um tema de notória relevância entre os pesquisadores brasileiros da área de Educação em Ciências/Física. A exploração dos temas norteadores dessa área da Física, possibilita uma aprendizagem mais significativa e contextualizada, já que se trata de uma ciência mais recente.

Na visão de muitos pesquisadores, o ensino de FMC, ainda é pouco explorado, ou na maioria das vezes os professores da educação básica, nem os trabalham com seus alunos (OLIVEIRA; VIANNA; GERBASSI; 2007.; SANTOS; NASCIMENTO; SOUZA; 2016. PEREIRA *et al.*; 2019). Logo o ensino de Física nas escolas de educação básica, é limitado ao conhecimento obtido até o século XIX, além de ser trabalhada de forma tradicional, baseando-se na aplicação de equações matemática e resolução de problemas.

Considerando um cenário com o exposto no parágrafo anterior, Oliveira et al (2007) coloca que a lacuna provocada por um currículo de física desatualizado resulta numa prática pedagógica desvinculada e descontextualizada da realidade do aluno (OLIVEIRA *et al.* 2007, p. 448). Uma verdade que diverge do proposto pela nova BNCC, onde ela coloca que:

“A área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer

uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza (BRASIL, 2015, p.537).

Porém o currículo em si, apresentado pela BNCC, ainda propõem que tópicos de Física Moderna sejam trabalhos ao final do 3º série do EM, após todo conteúdo da Física Clássica. Dessa forma, o ensino de FMC ainda permanece em risco de desuso no contexto da educação básica. Pois ainda devemos considerar a realidade que segundo Moreira (2017) além do despreparo e más condições de trabalho dos professores, “a redução das aulas do EM e da progressiva perda de identidade da Física no currículo nesse nível, o ensino da Física estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados” (MOREIRA, 2017, p.2).

2.2. Porque ensinar/estudar FMC

No EF em geral, é recorrente a apresentação de propostas que proporcione maior aproveitamento sobre seus conhecimentos científicos. As pesquisas de ensino nessa área, geralmente faz uma análise sobre o currículo e o contexto do cidadão que se quer formar. Há décadas a comunidade de pesquisa em EF aponta a necessidade de inovações, transformações e melhorias no ensino praticado em boa parte das escolas brasileiras (BARCELLOS & GUERRA, 2015).

Sobre a necessidade de intervenção e inovação sobre EF, Barcellos e Guerra (2015, p.331) trazem em sua pesquisa expondo que “há uma tendência que se consolidou bastante, principalmente nas últimas décadas: a inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio (EM)”. Segundo Paulo Neto *et al.* (2019, p.68) contempla que “os conhecimentos de FMC podem despertar a curiosidade científica dos alunos e os motivar para aprender Física, e desta forma, compreender fenômenos que ocorrem ao seu redor”. Dessa forma se assim for conduzida nas escolas, oportunizará aos alunos o real sentido do conhecimento científico desta área.

A partir do exposto, a inserção da FMC na educação básica, nos permite trazer contribuições significativas, fortalecendo o conhecimento científico, estimulando o senso crítico e investigativo sobre a ciência. Pereira *et al.* (2019, p.2) salienta que: “as explicações feitas pelo professor em sala de aula sobre o

conteúdo de FMC no EM serviriam para contextualizar o conhecimento existente sobre o assunto, entre alunos do EM e as tecnologias existentes ao nosso redor”.

Logo os conhecimentos científicos que se relacionam aos temas da FMC, têm papel fundamental na formação básica, uma vez que ao trabalhar uma Ciência atual no contexto de sala de aula é oferecer aos estudantes maiores expectativas na aprendizagem. Além disso, a viabilidade de inserção e estruturação desses temas, é apresentado por Bezerra (2017) em suas palavras:

[...] para esses conteúdos e a abordagem desses conhecimentos científicos deverão, além dos aspectos qualitativos e conceituais, incluir aspectos históricos, econômicos e sociais, contribuindo para a formação de estudantes críticos, que possam participar afetivamente na sociedade e na construção do conhecimento em geral. (BEZERRA, 2017 p. 19)

Assim percebemos o quanto é primordial tratar destes temas, agregando-os no contexto científico e tecnológico para a formação de cidadãos conscientes e capazes de transformar o meio em que vivem, além de fazerem escolhas com base em seus conhecimentos adquiridos na formação formal de sala de aula.

3. DESAFIOS E POSSIBILIDADES PARA SE ENSINAR FMC NAS ESCOLAS DE EDUCAÇÃO BÁSICA

Neste capítulo apresentamos uma análise de três livros didáticos, disponibilizados às escolas públicas do interior do Estado do Piauí. Estes livros são disponibilizados as escolas pelo Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), e estiveram em uso na sala de aula até o ano de 2021. Porém, para melhor compreender o panorama sobre a abordagem de FMC no contexto escolar nas últimas décadas, fazemos aqui uma apresentação dos principais desafios que impedem a abordagem desta área da Física.

Seguiremos para o segundo tópico, colocando a necessidade de se estabelecer estratégia de ensino-aprendizagem que melhor viabilize a construção do conhecimento. Assim enfatizamos uma relação de ensino científico, como é o caso da FMC baseando-se na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, pois acreditamos que a complexidade dessa área é possível ser desmistificada considerando os conhecimentos prévios que o indivíduo possui.

3.1. A FMC a partir do livro didático e os desafios para abordagem

Nas últimas décadas, várias investigações foram realizadas afim de entender os motivos que levam o EF na educação básica ser predominantemente uma Ciência, onde muitos o abordam de forma que seus conhecimentos tenham sido findada em meados do século XIX, ou seja, tudo que se denomina como a Física Clássica. Entretanto, a proposta que se tem desse ensino na educação básica, mas especificamente para o EM, é que os alunos possam ter uma visão do mundo tecnológico e moderno, e assim se sentirem inseridos nesse meio. Logo a inserção da FMC, é um viés que prova antes de tudo que o conhecimento não é algo esgotado. É a visão de uma Ciência rica de saberes inesgotáveis, presente no nosso cotidiano, e que sempre existirá algo a mais para ser explorado.

Um dos questionamentos, ao ressaltarmos a importância da FMC para a educação básica é: Porque na maioria das vezes, não se trabalha os conteúdos de FMC nas aulas de Física do EM? Baseando-se na revisão bibliográfica de autores como: PAULO & MOREIRA (2004); SILVA, *et al.* 2013; SANTOS *et al.* (2016); PEREIRA, *et al.* (2019) e outros, pontuamos alguns dos motivos, os quais estes

conteúdos não são levados ao contexto das aulas, são eles:

- Motivo 1 – Formação do Professor: a formação a nível de graduação não foi suficiente para prepará-lo a colocar em prática os tópicos de FMC em sala de aula, pois nesse nível de ensino também é quase que totalmente voltado para abordagem dos conhecimentos da Física Clássica. Além disso, os profissionais em atuação se deparam com a ausência de formação continuada volta para essa área de conhecimentos (MONTEIRO, *et al.* 2009; CHAVES, 2010; SILVA, *et al.* 2013; BEZERRA, 2017);
- Motivo 2 – Complexidade matemática: Os professores acreditam que é complicado trabalhar conteúdos de FMC no EM, pois o ferramental matemático é muito complexo e os alunos deste nível de ensino não foram preparados (PAULO & MOREIRA, 2004; OLIVEIRA, *et al.* 2007; CARUSO & FREITAS, 2009; MONTEIRO, *et al.* 2009; SOUSA & DANTAS, 2010; PEREIRA, *et al.* 2019);
- Motivo 3: Carga horária insuficiente: relatam que as aulas da disciplina de Física no EM é insuficiente para trabalhar os conteúdos de FMC, pois demandaria mais tempo para conseguir abordar maior número de tópicos do currículo de ensino (SANTOS, *et al.* 2016; PEREIRA, *et al.* 2019);
- Motivo 4: FMC não é cobrada nos vestibulares e ENEM: muitos dos professores acreditem ser desnecessário trabalhar FMC nas aulas do EM, pois não existem cobrança desses conteúdos nos testes que os alunos necessitam fazer para ingressar no nível superior (SANTOS, *et al.* 2016; PEREIRA, *et al.* 2019).

Basicamente esses são principais motivos que a maioria das pesquisas apontam quando falamos de desafios para contemplar FMC nas aulas do EM. Logo percebemos que estes pontos formam uma barreira que levam esta área da Física ao esquecimento no contexto da educação básica na grande maioria das escolas brasileiras.

Afim de entendermos as colocações obtidas, apresentamos no quadro 1, a análise dos livros didáticos da 3º série do EM, pois a proposta de abordagem destes conteúdos, seguindo a sequência do próprio livro, ficariam ao final do ano letivo. A análise em questão consiste no mapeamento dos conteúdos propostos pontuando a sua organização didática.

Quadro 1: Análise do livro didático

ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS EM SUA ESTRUTURA CURRICULAR			
Autores	Conteúdos	Diferencial	Crítica
Alberto Gaspar	• Relatividade; • Física Quântica; • Nova Física (Radiação).	Boa abordagem conceitual e histórico, citação de exemplos clássicos; Sugestão de atividades e leitura complementar.	Fórmulas sem nenhum embasamento matemático; Atividades com grande número de problemas matemáticos.
Gualter, Newton & Hellou.	• Noções de Física Quântica; • Relatividade	Boa abordagem conceitual e histórica; Leituras complementares.	Atividades baseadas praticamente em problemas matemáticos.
Kazuhiro & Fuke	• Teorias da relatividade; • Teorias quânticas; • Física nuclear.	Boa abordagem conceitual e citação de exemplos clássicos; Desenvolvimento matemático ainda que não muito claro; Atividades com questões conceituais e problemas matemáticos; Sugestões de atividades prática.	Pouco embasamento histórico; Apresentação de fórmulas sem uma explicação clara da origem.

Fonte: Elaboração do autor.

Os livros analisados acima, são edições que foram disponibilizados a rede pública de ensino pelo estão PNLEN, e estão listados na tabela 1.

Tabela 1: Lista dos livros didático

Referências dos livros didáticos	
Livro 1	GASPAR, ALBERTO. Compreendendo a física: eletromagnetismo e física moderna . Física (Ensino médio), 3 ed. São Paulo: Ática, v.3, 2016.
Livro 2	BISCOULA, G. J.; NEWTON, V. B.; HELOU, R. D.; Física: eletricidade e física moderna . 3. ed. São Paulo: Saraiva, v.3, 2017.
Livro 3	YAMAMOTO, KAZUHITO. Física para o ensino médio: eletromagnetismo e física moderna . 4. ed. São Paulo: Saraiva, v.3, 2016.

Fonte: Elaboração do autor

De acordo com a análise dos três livros didáticos citados no quadro 1, os

conteúdos de FMC seguem uma organização didática bem semelhante, podendo divergir em pontos bem específicos. Desses três livros, Física Moderna corresponde a uma unidade que está dividida em 2 ou 3 capítulos com temas em comum como: Relatividade, Mecânica Quântica e Física Nuclear. Sendo que estes são conteúdos propostos nos livros destinados ao 3º ano do EM e que geralmente ficam como as últimas unidades dos livros.

Buscamos destacar sobre os livros citados, o diferencial que cada um pode trazer e levantar algumas críticas a partir do contexto de propostas dos conteúdos e atividades. No diferencial, podemos perceber que os livros trazem além da forma de abordagem, atividades extras voltadas para a contextualização do tema, leituras complementares ou atividades práticas, o que demanda ao professor um planejamento pautado nos conhecimentos históricos e a partir da associação sobre situações cotidianas. A maior crítica que podemos perceber dentro da organização didática dos livros é a cobrança exorbitante do ferramental matemático muito complexo ao nível de ensino e ao nível que é trabalhado pelo próprio livro. Têm em comum a simples apresentação de fórmulas, na maior parte sem ou quase nenhuma explicação para tal, e suas atividades consistem em trazer vários problemas matemáticos.

3.2. O Ensino de Física Moderna a partir da aprendizagem significativa

É comum entre as pesquisas que tratam sobre o processo de ensino-aprendizagem, várias discussões sobre o EF afim de dar um significado maior desta ciência aos estudantes da educação básica. Uma das principais críticas está sobre o ferramental metodológico utilizados durante as aulas, o livro didático é a principal fonte de informação, e se torna o instrumento casual a metodologia de ensino. Como isso o processo de transposição didática dos conteúdos fica restrito ao sequenciamento de conteúdo do livro e resolução de problemas propostos.

O EF, em particular o de FMC a partir do sequenciamento do livro de didático, fica sujeito a um ensino mecânico, com abordagem literal, ou seja, o aluno “decora” para simples aplicação, podendo vir a esquecer depois. A leitura de conceitos e sua transcrição “*ipsis litteris*” associada à resolução de problemas matemáticos, trata-se de uma metodologia que contempla um ensino sem significado, pois, há uma necessidade de ligação aos conhecimentos prévios ou experiências já adquiridas

pelos estudantes, afim de transcender para um ensino significativo. A partir do exposto vemos a necessidade de trabalhar o ensino de forma a aproveitar os conhecimentos prévios e dar um significado maior por meio da ligação de situações vivenciadas pelo aprendiz. Os jovens em sua maioria carregam consigo um apelo tecnológico muito mais evidente que o de seus professores, fazendo com que esta seja uma das justificativas para tratar de uma física atual.

Conforme Tavares afirma (2004, p. 56), “as pessoas constroem os seus conhecimentos, a partir de uma intenção deliberada de fazer articulações entre o que conhece e a nova informação que pretende absorver”. Nesse sentido, podemos começar expondo o quanto é fundamental ensinar temáticas complexas que norteiam o conhecimento científico a partir de saberes prévios do cognitivo do indivíduo. É a partir da ligação do que se já sabe que podemos dar significados a um conhecimento técnico e de cunho científico, e assim o conhecimento vai se construindo ao longo dos pilares formativos, dando maiores significados ao ensino.

A estruturação cognitiva do conhecimento é denominada de construtivismo, concepção que tem como principais percussores Jean Piaget¹ e Lev Vigotski². Entretanto, ensinar por meio da dicção de associação, é oferecer o conhecimento de forma estruturada e lógica, é uma essência da teoria da aprendizagem significativa. Proposta por David Ausubel na década de 1960, a teoria da aprendizagem significativa “é um processo no qual o indivíduo relaciona uma nova informação de forma não arbitrária e substantiva com aspectos relevantes presentes na sua estrutura cognitiva” (AUSUBEL *et al.* 1980 apoud LEMOS, 2011, p. 27)

Segundo Moreira (1983) apoud Monteiro *et al.* 2006, Ausubel destaca que o processo de aprendizagem significativa é o mais importante na aprendizagem escolar. Logo, “para que o aluno possa aprender significativamente o material instrucional, é necessário haver em sua estrutura cognitiva um conjunto de conceitos relevantes que possibilitem a sua conexão com a nova informação a ser aprendida” (MONTEIRO, 2006 p. 389).

Aliando todas essas concepções sobre a aprendizagem significativa a

¹ Jean Piaget (1896-1980) foi um cientista suíço mais influente no campo educacional em meados do século XX, se tornando sinônimo de pedagogia. Antes de mais nada, Piaget foi biólogo e dedicou a vida a submeter à observação científica rigorosa o processo de aquisição de conhecimento pelo ser humano, particularmente a criança.

² Lev Vigotski (1896-1934) foi um psicólogo bielo-russo que realizou diversas pesquisas na área do desenvolvimento da aprendizagem e do papel preponderante das relações sociais nesse processo, o que originou uma corrente de pensamento denominada Sócio Construtivismo.

metodologia para ensino FMC, podemos perceber o quanto é possível explorar os temas dessa área da Física por meio de associação de situação corriqueiras no dia-a-dia dos estudantes, como portas de shopping, GPS, TV plasma, uso de smartphones etc. Contudo, podemos proporcionar aos nossos alunos, de forma mais eficiente, o real conhecimento sobre temas da FMC, desprendendo-se da complexidade do ferramental matemático exposto nos livros didáticos.

4. METODOLOGIA

A análise investigativa deste trabalho surgiu a partir de experiências vivenciadas durante a prática docentes do autor, e da perceptível necessidade de abordar os temas de FMC ao longo de todo o EM. Baseando-se em documentos oficiais que regem a organização curricular da educação básica, como os PCN's e a atual BNCC, como também na literatura investigativa, buscamos entender os principais desafios ao trabalhar estes temas ao tempo em que trataremos de apresentar uma solução viável a estes problemas.

Essa pesquisa tem uma abordagem quanti-qualitativa, pois parte de análise crítica e enumeração a partir dos principais problemas e desafios encontrados na revisão bibliográfica desta temática. Embora esse trabalho seja apenas uma proposta didática sugestiva, isso não significa que chegamos a sua conclusão. O autor visa por meio desta proposta uma aplicação prática futura, a partir das suas atuações docentes, podendo vir a resultar no produto de uma tese de Pós-graduação, resultando assim em um trabalho de finalidade aplicada.

4.1. Levantamento bibliográfico

Para melhor fundamentarmos este trabalho, foi realizado uma busca de pesquisa aplicadas e reflexivas que tratassem sobre a inserção de FMC no EM nas últimas décadas. Na busca foram analisados 16 trabalhos científicos entre artigos trabalho de conclusão de curso e dissertação. Foi a partir da revisão bibliográfica destes trabalhos, que percebemos os principais desafios, e assim levantamos nossas críticas acerca do problema vigente. A necessidade de trabalhar a disciplina de Física de forma contextualizada, fazendo aproximação do que é real e interessante a visão dos nossos jovens, resultou na possibilidade de reorganização didática dos conteúdos, de tal forma que os temas de FMC pudessem ser distribuídos ao longo de todo o EM.

Acreditamos que essa proposta seja viável, desde que levemos em consideração uma abordagem desses temas de forma mais conceitual, sem tantos formalismos matemáticos avançados. Para isso, adotamos como método de ensino a teoria da abordagem significativa de Ausubel, pois de acordo com Tavares (2008, p.95):

“Em uma aprendizagem significativa não acontece apenas a retenção da estrutura do conhecimento, mas se desenvolve a capacidade de transferir esse conhecimento para a sua possível utilização em um contexto diferente daquele em que ela se concretizou”.

4.2. Análise dos livros didáticos

Neste trabalho, também foi possível fazer uma autoanálise de três exemplares de Física, disponibilizados as escolas do interior do Estado do Piauí, pelo PNLEM. A partir dos conteúdos apresentados nos livros, fizemos um comparativo didático, sendo possível extrair o diferencial presente em cada um, conforme mostra no quadro 1, apresentado no capítulo 3 deste trabalho.

4.3. Proposta de reorganização dos conteúdos

Nesta etapa, buscamos a partir do livro didático, fazer uma correlação entre os temas da Física Moderna aos da Física Clássica, afim de dar mais sustentação a proposta de se abordar FMC ao longo de todo o EM. Por meio dessa correlação de conteúdo, foi possível elaborar o quadro 2 exposto no tópico 3 deste trabalho, uma síntese da reorganização curricular sugestiva sobre como trabalhar a proposta apresentada nesse trabalho.

Para complementar a proposta, além do mapeamento dos conteúdos, apresentamos ainda no quadro 2, algumas sugestões de atividade que o professor poderá desenvolver a cada tema ministrado. O planejamento e organização das atividades, deixaremos a critério do professor, pois assim o mesmo poderá adequá-la de acordo com as suas necessidades e realidade.

5. PROPOSTA DE INSERÇÃO DE FMC A PARTIR DE ATIVIDADES CONTEXTUALIZADAS

Como forma de otimizar a inserção de conteúdos de FMC ao longo de todo o Ensino Médio, propomos alguns conteúdos nos quais poderão ser incluídos em momentos oportunos durante a abordagem dos conteúdos da disciplina de Física. Esta proposta visa ancorar novas informações em conhecimentos já estabelecidos na estrutura cognitiva do aluno, afim de acordo com a perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa estabelecer de forma mais sistêmica a aprendizagem de FMC.

Visando essa viabilidade, elaboramos o quadro 2, onde podemos verificar quais conteúdos de FMC por série podem ser incluídos, assim como em qual o momento da inserção, bem como alguns exemplos de atividades sugeridas.

Quadro 2: organização dos conteúdos de FMC ao longo do EM.

Série	Conteúdo de FMC	Inserção	Atividades sugeridas
1º série	Relatividade Restrita	Movimento	Interestelar
2º série	Natureza dualística da luz	Óptica	História da Ciência e/ou Experimento Thomas Young
3º série	Espectro eletromagnético	Eletromagnetismo	Experimento construindo um espectroscópio

Fonte: Elaborado pelo autor.

O conteúdo previsto para a 1ª série do EM tem como tema “Relatividade Restrita” e como momento oportuno para a inserção do mesmo, após a discussão sobre as Leis de Movimento da Mecânica Clássica, afim de apresentar ao aluno a perspectiva de Movimento sob novas concepções vigentes. Com isso discussões sobre referenciais e as leis da mecânica seriam ampliadas com a inserção dos Postulados de Einstein e a apresentação da relatividade do tempo, espaço e da massa. Para fugir de aspectos tradicionais sugerimos que o conteúdo seja trabalhado utilizando-se do filme Interestelar, filme de 2014, em que o professor através de uma sequência didática bem planejada possa discutir nos momentos

oportunos do filme os aspectos da Relatividade, veja a sinopse no anexo A. Para além disso a temática poderá ser ampliada no âmbito de paradigmas na ciência e como a física é uma ciência em construção.

De modo semelhante para a 2ª série, a temática “Natureza dualística da luz”, seria apresentada de forma a introduzir as discussões sobre luz no grande eixo temático da óptica. O professor poderá selecionar com base no tema proposto, sob o ponto de vista histórico da ciência como o tema ergueu as bases das discussões sobre os fenômenos de reflexão e refração ao longo do tempo. Para além disso inserir como a visão entre diferentes modelos de onda e partícula permearam as mentes dos cientistas. Desse modo o objetivo de tratar deste tema será de revelar como a construção do conhecimento científico ocorre ao longo do tempo, afim de mostrar que não é uma construção individual e sim coletiva no âmbito da ciência. Para essa sugestão veja as atividades sobre História da Ciência e o experimento de Thomas Young, no anexo B.

Para a 3ª série tratamos a temática “Espectro eletromagnético” que será introduzido antes do conteúdo que normalmente se inicia com Eletromagnetismo. A justificativa é simples, uma vez que o tema faz um arremate entre a unificação da óptica-eletromagnetismo. Com isso propomos alguns experimentos simples para trazer à luz a discussão deste tema, como o que é sugerido no livro de Kazuhito. Nesta atividade prática propõem a construção de um espectroscópio com materiais de baixo custo, almejando uma análise de espectros de absorção e associação com o modelo atômico, veja o anexo C.

É importante destacar que o quadro 2 trata de sugestões afim de otimizar o ensino do referido conteúdo e não de engessar o trabalho do professor. São possibilidades trazidas aqui, afim de evitar que o conteúdo seja trabalhado ao final do Ensino Médio e negligenciado com a justificativa de que não é cobrado em vestibulares ou ENEM.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir da análise bibliográfica das pesquisas que tratam da inserção da FMC no EM, observamos que muitos desde trabalhos têm se preocupado em apresentar estratégias que preencham as lacunas deixadas pela ausência dos temas que compõem tal área, durante a formação dos estudantes da educação básica. Percebemos também, que inserir tópicos de FMC não tem sido algo tão simples assim, embora seja proposto ao currículo e são conteúdos presentes nos livros didáticos. A forma como seus temas são vistos vem criando um bloqueio em ensinar, pois o principal motivo seria a complexidade dos temas.

A identificação dos desafios para a inserção da FMC no ensino médio, é algo pontuado em várias pesquisas estudadas pelo autor desde trabalho. Na enumeração dos desafios a serem enfrentados/superados nesta etapa de ensino tem pontos muito em comum, e aqui neste trabalho podemos fazer o levantamento dos principais deles. Apresentados no capítulo 2 deste trabalho destacamos como motivos que dificultam essa inserção os seguintes motivos: formação do professor, complexidade matemática, carga horária insuficiente e conteúdos que não são cobrados nos vestibulares e ENEM. Apresentamos na tabela 2, a quantidades de trabalhos analisados bem como o quanto esses motivos são comumente detectados sempre que é realizado uma pesquisa neste campo.

Tabela 2: tabulação dos trabalhos

Total de trabalhos analisados	16
Motivo 1	4
Motivo 2	6
Motivo 3	2
Motivo 4	2
Outros	6

Fonte: Elaboração do autor

Partindo dos motivos acima citados, quando apresenta ser um desafio a partir da formação dos professores, sentimos a necessidade de uma formação como mais enfoco histórico e conceitual sobre os temas. Logos percebemos que esse ponto

subdivide em outras três problemáticas: é comum no EM que professores de outra área assuma a disciplina de Física, e por não ter conhecimentos mais específicos da área, podem passar uma visão errônea aos estudantes e até mesmo deixar de trabalhar conteúdos que os considere muito complexo, como é o caso da FMC; outro ponto é quando o professor tem a formação na área, porém o mesmo não tem tanto domínio pois durante a graduação também teve essa lacuna sobre os temas de FMC já que a Física mais estudada é a Física Clássica; Por fim é perceptível que mesmo depois de formado e atuando em sala de aula, o professor precisa sempre buscar meios de inovar e buscar um constante aperfeiçoamento sobre os conhecimentos, o que se faz necessário oferecer condições em que o mesmo possa fazer formações continuadas.

Sobre a complexidade matemática, muitos relatos estão pautados sobre as formulas e problemas matemáticos que os livros didáticos sugerem. A complexidade dos cálculos muitas vezes exige o suporte de equipamentos eletrônicos mais avançados, como o uso de calculadoras científicas, além de um preparo matemático mais avançado dos alunos. A partir de então, os professores entendem que os alunos necessitariam de um preparo matemático mais avançado do que realmente é oferecido até o nível de ensino que se encontra.

A disciplina de Física no EM está entre as de menor carga horária, o que se torna um dos grandes desafios para os professores ministrar os mais diversos conteúdos que são sugeridos ao longo dos três anos de ensino. Logo é necessário que se faça uma seleção dos conteúdos que forem de maior relevância. Assim os temas que compõem a FMC, na grande maioria, são desconsiderados e quando questionado o porquê de não os incluir, a justificativa se retoma a todos esses motivos que nesse trabalho já foram apresentados.

Por fim, o motivo mais comum, visto principalmente em pesquisas aplicadas, quando se propõem ao professor a inserção de FMC em suas aulas é que estes conteúdos não são cobrados nos vestibulares e ENEM. Entretanto esse motivo geralmente se justifica ao motivo 3 ou vice-versa. Aqui percebemos que a formação de nível médio é vista na maioria das vezes como um mero preparatório dos estudantes para que possam dar continuidade a uma formação a nível superior.

Nos demais trabalhos sempre apresentam o quanto é relevante a abordagem dos conteúdos da FMC nas aulas do EM e, entretanto, embora isso venha sendo discutido a muito tempo, ainda é visível a ausência no EF de uma

forma geral. Nesse sentido é visível a preocupação de muitos pesquisadores em fazer como que essa lacuna seja preenchida, e antes de mais nada é necessário quebrar alguns paradigmas para superar alguns obstáculos. Geralmente esses trabalhos trazem ao menos uma sugestão de inserção de algum dos conteúdos de FMC nas aulas de Física, por meio de atividade que facilitem a compreensão e inove a forma metodologia de como essa disciplina vem sendo abordada aos estudantes.

É a partir dessa análise que sentimos a necessidade de um planejamento estrutural com também metodológico aos conteúdos de Física sugerido ao currículo do EM, mais especificamente a FMC. É visível que o fato de a FMC ser a última unidade do livro didático, torna-se ainda mais propício que a Física ensinada fique restrita aos conhecimentos da Física Clássica. Por este motivo, esse trabalho defende que os conteúdos de FMC sejam diluídos ao longo dos três anos de EM. Entretanto, a sugestão apresentada não é algo engessado a organização didática dos conteúdos, trata-se apenas de um molde que demonstre a viabilidade da proposta e que esta poderá se adequar a realidade local quando o professor vier fazer uso.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente que a abordagem dos conteúdos que compõem a FMC, tem papel fundamental para a formação do cidadão, quando ainda na EB, ou seja, a abordagem nas aulas do EM. O ensino de FMC é um tópico da Física, componente curricular do EM, proposto pela BNCC. Embora seja um tópico relevante a disciplina de Física para o EM, vimos nos trabalhos estudados que a sua abordagem ainda é ausente na grande maioria das escolas deste país. Contudo essa realidade limita aos estudantes, discussões que poderiam ser estimulantes e desafiadoras, além de lhes proporcionar uma visão real do papel dessa ciência na sociedade.

Visando atender as necessidades essenciais do conhecimento na formação do cidadão contemporâneo, que muitos pesquisadores vêm apresentado estratégias afim de superar a ausência dos conteúdos de FMC no EM. Por meio do levantamento realizado, percebemos que são várias as contribuições que visam a inserção da FMC no EM, além de investigar o cenário da abordagem dos temas dessa área da Física, boa parte buscam meios estratégicos de fazer acontecer nas aulas.

Neste trabalho buscamos entender os principais desafios expostos, que problematizam o acontecimento de aulas como conteúdo da FMC no EM. Entretanto, percebemos que é muito desafiador o ensino de FMC para com os jovens do EM considerando a realidade comum em que a maioria está submetida, como é o caso da disponibilidade do principal material disponibilizados. O livro didático, como sendo o principal material comum as escolas, deixam a desejar em alguns pontos, como é o caso em que muitos cobram em suas atividades uma complexidade do ferramental matemático que o próprio livro não traz tão claro na sua abordagem.

Além disso os resultados mostram que há muitos obstáculos a serem superados para que ocorra uma abordagem clara e contextualizada dos conteúdos de FMC. No topo destes desafios, destacamos a formação dos professores, pois antes de tudo é preciso rever as lacunas que existem dentro da formação. Logo percebemos também que é primordial uma reorganização didática dos conteúdos se realmente quisermos otimizar os conteúdos dentro da carga horária que oferecida a disciplina de Física no EM.

Foi pensando na otimização dos conteúdos de FMC no curto espaço de tempo da disciplina de Física no EM, que será reduzido ainda mais com o Novo

Ensino Médio, que propomos uma reorganização dos principais temas ao longo de todo o EM. Essa proposta tem por finalidade apresentar aos professores uma sugestão que atenda de forma mais ampla o que é proposto ao currículo do EF no EM de acordo como os documentos oficiais, como os PCN's e a nova BNCC.

Como já foi explicado nesse trabalho, a proposta em questão é flexível a ajustes pelo o professor que, por ventura vier fazer uso, adequando a sua realidade de sala de aula. O quadro 2 consta apenas como uma demonstração que a inserção dos conteúdos de FMC é possível de forma concomitante aos temas da Física Clássica ao longo de todo o EM. A aplicação desta pesquisa se fará em um outro momento, a partir da elaboração de sequências didáticas conforme a adequação a realidade dos espaços escolares que vierem a ser contemplados. Pois o autor tem como pretensão, a partir dos resultados de aplicação, elaborar um guia que norteia um passo a passo dessa proposta de ensino.

REFERÊNCIAS

BARCELLOS, M.; GUERRA, A. **Inovação curricular e Física Moderna: da prescrição à prática**. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, v. 17, p. 329-350, 2015.

BEZERRA, D. de O. **Análise das propostas de inserção de física moderna e contemporânea e sua viabilidade de aplicação no ensino médio do Sertão Central Pernambucano**. Salgueiro, PE, 2017, 51f. Monografia (Licenciatura em Física) –Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Sertão PE) / Campus Salgueiro, Salgueiro, PE, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF: MEC, 2015. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_em_baixa_site_110518.pdf . Acesso em: 27 Abr. 2021.

CARUSO, F.; FREITAS, N. Física moderna no ensino médio: o espaço-tempo de Einstein em tirinhas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 26, n.2, 2009, p. 355-366.

CHAVES, F. G. **Uma proposta de inserção de conteúdos de Mecânica Quântica no ensino médio, por meio de um curso de capacitação para professores em atividade**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

DOMINGUINI, L.. **Física moderna no Ensino Médio: com a palavra os autores dos livros didáticos do PNLEM**. Revista Brasileira de Ensino de Física (Impresso), v. 34, p. 1-7, 2012.

LEMOES, E. A Aprendizagem Significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, p. 25-35, 2011. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/16653/2/evelyse2_lemos_IOC_2011.pdf <Acesso em: 20 de novembro de 2021>

MARQUES, T. C. F.; MARTINS, T. C.; NOVAIS, A. L. F.; GOMES, L. M.; PASCHOAL, C. M. M.; FERNANDES, C. S.; Ferreira1, F. C. L. **Ensino de física moderna e contemporânea na última década: revisão sistemática de literatura**. In: Scientia plena. VOL. 15, NUM. 7, 2019.

MONTEIRO, B. S. ; OLIVEIRA, H. P. C. ; ANDRADE, M. J. P. ; GOUVEIA, T. B. ; TAVARES, R. ; CABRAL, L. A. F. . **Metodologia de desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem com foco na Aprendizagem Significativa**. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2006, Brasília - DF. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2006. Disponível em:

file:///C:/Users/kelvi/Downloads/499-706-1-PB.pdf <Acesso em: 20 de novembro de 2021>

MONTEIRO, M. A.; NARDI, R.; BASTOS FILHO, J. B. A sistemática incompreensão da teoria quântica e as dificuldades dos professores na introdução da física moderna e contemporânea no ensino médio. **Ciência & Educação**. v. 15, n.3, 2009, p. 557-580

MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea**. Revista do Professor de Física • Brasília, vol. 1, n. 1 • 2017

OLIVEIRA, F. F.; VIANNA, D. M.; GERBASSI, R. S. . **Física Moderna no ensino médio: o que dizem os professores**. REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA (ONLINE), v. 29, p. 447-454, 2007.

PAULO, I. J. C.; MOREIRA, M. A. . A abordagem de conceitos fundamentais da Mecânica Quântica no nível médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Porto Alegre, v. 4, n.2, p. 63-74, 2004.

PAULO NETO, J. G.; VIEIRA, A. N. O. ; SIQUEIRA, C. A. . Ensino de Física moderna e contemporânea no Ensino Médio: o que pensam os envolvidos?. **Revista Scientiatec**, v. 6, p. 65-89, 2019.

PEREIRA, J. S.; BUENO, W. ; VERGARA, L. W. B. ; FREITAS, A. C. ; REZENDE, D. S. ; PEREIRA, S. C. S. . **Dificuldades encontradas ao ensinar Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**. Atas do ENPEC, v. 1, p. 1-7, 2019.

SANTOS. A. C.; NASCIMENTO, S. D.; SOUZA, D. N. **Ensino de Física Moderna: perspectivas e desafios sob o olhar de alguns professores de Física do Ensino Médio**. doi: 10.14808/sci.plena, VOL. 12, NUM. 11, 2016.

SEDUC – PI. **Currículo do Ensino Médio com base na BNCC**, 2019.05Jan2021.<https://drive.google.com/drive/folders/1h3af5wRP8EjQsreRbfFoQW-zBBYqBt1l?usp=sharing> <Acesso em: 14 de agosto de 2021>

SILVA, J. R. N.; ARENGHI, L. E. B.; LINO, A. **Porque inserir física moderna e contemporânea no ensino médio? Uma revisão das justificativas dos trabalhos acadêmicos**. R. B. E. C. T., vol 6, núm. 1, jan-abr.2013

SOUZA, M. A. M.; DANTAS, J. D. Fenomenologia nuclear: uma proposta conceitual para o Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 27, n.1, 2010, p. 136-158.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências, Rev. **Ciências e Cognição**, 2008. Disponível em:

<http://cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/687/464> <Acesso em: 20 de novembro de 2021>

TAVARES, Romero. **Aprendizagem significativa. Conceitos** (João Pessoa), João Pessoa-PB, v. 10, p. 55-60, 2004. Disponível em:
http://www.projetos.unijui.edu.br/formacao/_medio/fisica/_MOVIMENTO/ufpb_energia/Textos/ASConceitos.pdf <Acesso em: 20 de novembro de 2021>

ANEXO A – RESUMO DO FILME INTERESTELAR



Interestelar (Interstellar – EUA/ Reino Unido, 2014)

Direção: Christopher Nolan

Roteiro: Jonathan Nolan, Christopher Nolan

Elenco: Matthew McConaughey, Anne Hathaway, Jessica Chastain, Wes Bentley, Matt Damon, Mackenzie Foy, Michael Caine, Casey Affleck, Topher Grace, John Lithgow

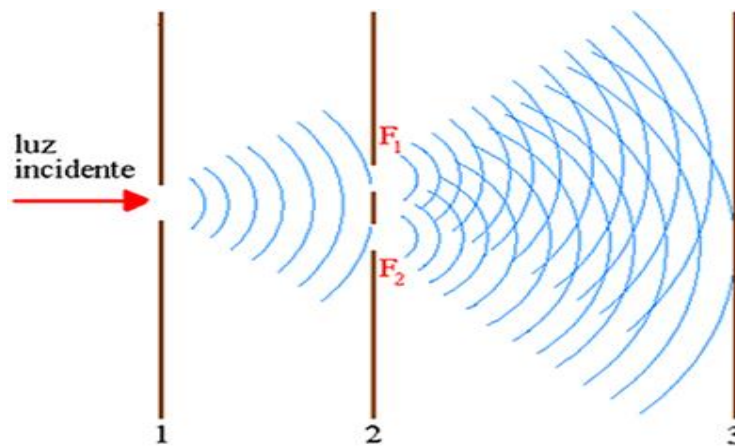
Duração: 169 minutos

A história se passa em um futuro próximo, em que o nosso planeta Terra está muito deteriorado devido a ação prejudicial e de forma desenfreada do homem, que levou nosso meio ambiente ao caos. Os alimentos estão cada vez mais escassos e a humanidade está cada vez mais perto de chegar a sua completa extinção. Nesse cenário, o protagonista da história, Cooper (Matthew McConaughey), leva sua vida em sua fazenda, lidando com os filhos e com o sogro, depois de perder a esposa. Neste mundo, a tecnologia praticamente não existe mais, já que todas as atividades humanas foram voltadas para a produção de alimentos, portanto a esposa de Cooper poderia ter sido salva se um equipamento de ressonância magnética estivesse funcionando. Há uma clara aversão à ciência e tecnologia, especialmente no ensino, onde os livros são reescritos para dizer que a humanidade nunca foi à Lua. E Cooper fica inconformado com essa cegueira. Mas um fenômeno estranho acontece no quarto da filha de Cooper, Murphy, de dez anos. Os livros caem da prateleira sem nenhuma explicação. E algo acontece depois de uma tempestade de areia que faz Cooper chegar a um local secreto da NASA, próximo dali. Lá, Cooper descobre o plano de cientistas que pretendem ir para o espaço e tentar encontrar outro planeta habitável. Como Cooper um engenheiro e ex-piloto, os cientistas pedem para que ele participe dessa missão. Ele aceita o desafio, mesmo sendo viúvo e tendo que abandonar seus filhos, que ficaram sendo cuidados pelo seu sogro (avô das crianças). Cooper viajou para o espaço com o grupo de cientistas, que vão até um Buraco da Minhoca próximo ao cinturão de asteroides, na órbita de Júpiter, e por ali chegam em outro universo. Lá, encontram o planeta que seria habitável aos humanos, mas verificam que este planeta não é de fato apto a receber a vida terrestre. Cooper tem uma difícil viagem de volta. O filme tem uma grande riqueza na beleza das imagens, cenas da Terra e do espaço, são bem retratadas, especialmente quando a nave, Endurance, está a caminho do wormhole. É quando temos noção do minúsculo tamanho da humanidade diante do universo e podemos apreciar Saturno em toda a sua grandiosidade e beleza. A ciência, apesar de ter seus furos, foi bem representada no longa, as explicações não são emboladas e é fácil entender o problema do tempo quando eles estão próximos a um buraco negro.

Autor desconhecido

Disponível em: < <https://optclean.com.br/resumo-do-filme-interestelar/> >

ANEXO B – EXPERIMENTO DAS DUAS FENDAS



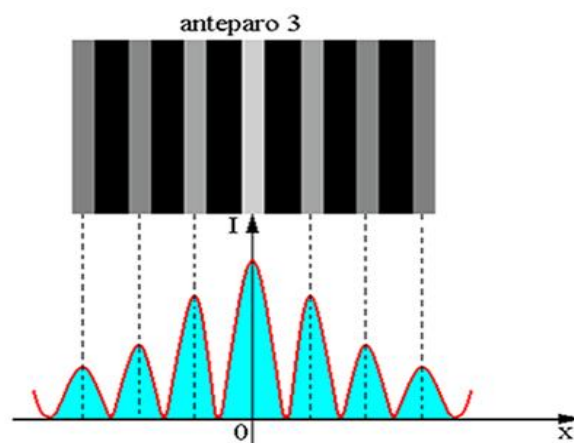
Esquema mostrando como Young obteve o espectro de interferência no anteparo 3

Thomas Young, em 1802, realizou um importante experimento para a teoria ondulatória, no qual foram usados três anteparos. No primeiro, havia um pequeno orifício em que ocorria a primeira difração da luz proveniente de uma fonte monocromática.

O orifício único no primeiro anteparo fazia a luz atingir os orifícios do segundo anteparo em fase, transformando-os em “fontes” coerentes, já que pertenciam a uma mesma fonte original de onda. No segundo anteparo havia dois orifícios colocados lado a lado, nos quais aconteciam novas difrações com a luz já difratada no primeiro orifício.

No último anteparo eram projetadas as manchas de interferência e podiam ser observados **máximos** (regiões mais bem iluminadas) e **mínimos** (regiões mal iluminadas) de intensidade (figura acima). Quando os orifícios eram substituídos por estreitas fendas, essas manchas tornavam-se franjas de interferência, que eram mais bem visualizadas.

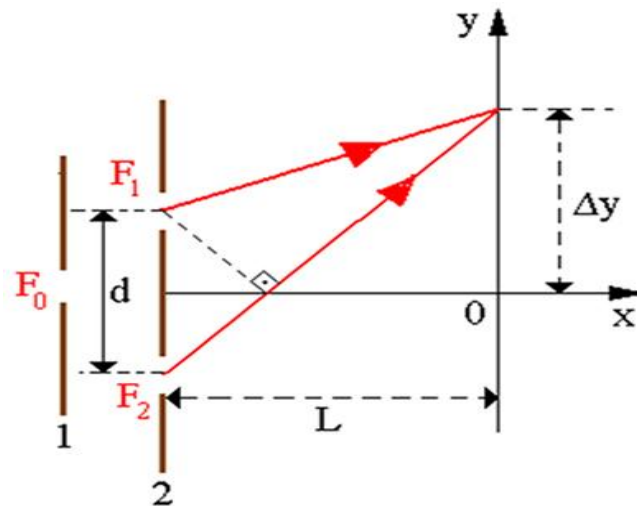
Esse experimento permitiu que Young entendesse melhor a difração e a interferência, interpretando a simetria das franjas e a variação da intensidade da luz nelas obtida (figura abaixo).



- as franjas claras correspondem a regiões de interferência construtiva.
- as franjas escuras correspondem a regiões de interferência destrutiva.

Para a figura de interferência obtida com a luz de uma dada cor (acompanhe pela figura abaixo), pode-se demonstrar que a separação Δy de duas linhas nodais (ou ventrais) adjacentes está relacionada ao comprimento de onda, λ , por meio da equação:

$$\Delta y = \frac{\lambda \cdot L}{d} \Rightarrow \lambda = \frac{\Delta y \cdot d}{L}$$



Por Domiciano Marques
Graduado em Física

Disponível em: < <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/experimento-das-duas-fendas.htm> >

ANEXO C – PRÁTICA CONSTRUINDO UM ESPECTROSCÓPIO

ATIVIDADE PRÁTICA

FAÇA NO
CADERNO

NÃO ESCREVA
NO LIVRO

Construindo um espectroscópio

Análise de espectros de absorção e associação com o modelo atômico

Como será que os astrofísicos sabem a composição da atmosfera de um planeta distante sem nunca ter colhido amostras?



O modelo atômico de Bohr permite resolver problemas como esse aplicando a análise das bandas de absorção de energia eletromagnética.

Cada elemento químico possui um espectro de absorção específico em relação à luz. Isso oferece uma característica particular que permite identificá-lo, pois as bandas de energia mostradas nos espectros de elementos distintos são diferentes.

Nessa atividade, sugerimos a construção de um espectroscópio rudimentar, que possibilitará a análise qualitativa do fenômeno.

Material

- um CD gravável
- uma caixa de creme dental
- fita adesiva transparente
- fita isolante
- tesoura (capaz de cortar o CD)

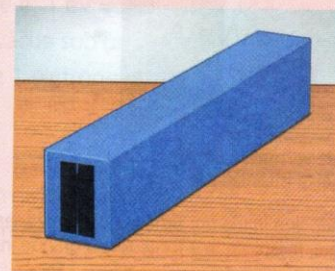


Fernando Favoretto/Criar Imagem

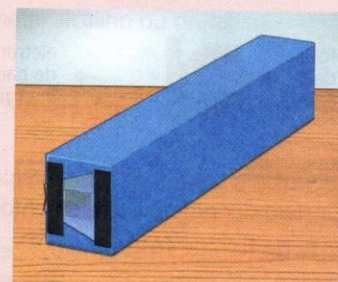
Procedimento

- Cubram a superfície de um CD gravável (o lado onde está impressa a marca do fabricante) com fita adesiva.
- Cortem-no em oito pedaços iguais, como se fosse uma pizza.
- De posse dos pedaços, simplesmente descolem a fita adesiva, e você verão que a tinta sairá e sobrá uma parte transparente dos pedaços do CD. Evitem tocar essa superfície transparente com os dedos.
- Façam um orifício retangular em uma das pontas da caixa de creme dental. O espaço deve servir para caber a parte do CD cortada.
- Coloquem o pedaço do CD no orifício e fixem com fita isolante, como na figura.
- Na outra ponta da caixa, façam um fino corte de 1 mm e cubram o resto com fita isolante para vedar a passagem de luz.

Pronto! Você já possui um espectroscópio rudimentar que pode ser utilizado para observar algumas fontes de luz. Para usá-lo corretamente, apontem com o corte fino para o objeto que desejam olhar e observem-no com o lado do CD.



Ilustrações: Studio Caparroz



Discussão

- Aponte para a lâmpada fluorescente da sala de aula e veja o desenho que se forma.
 - Por que a imagem obtida é colorida?
 - O desenho da imagem é contínuo? Há falhas?
 - Existem cores mais fortes do que outras?
 - Descreva sucintamente, com base no que aprendeu até agora, as causas desse comportamento.
- Agora aponte para o céu azul em um dia claro. Por que o desenho da imagem é diferente do desenho obtido no caso da lâmpada fluorescente?

Ver Orientações Didáticas.