



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FÍSICA

HUGO FERREIRA ALVES

O CURRÍCULO E O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA
(FMC) NA EEM GOVERNADOR ADAUTO BEZERRA

FORTALEZA

2021

HUGO FERREIRA ALVES

O CURRÍCULO E O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA (FMC) NA
EEM GOVERNADOR ADAUTO BEZERRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Física do Centro de
Ciências da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial à obtenção do grau de licenciado
em Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo
Silva

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A479c Alves, Hugo Ferreira.
O currículo e o ensino de física moderna e contemporânea (FMC) na EEM Governador Adauto Bezerra /
Hugo Ferreira Alves. – 2021.
53 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
Curso de Física, Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva.

1. Currículo. 2. Física Moderna e Contemporânea (FMC). 3. EEM Governador Adauto Bezerra. 4.
ENEM. I. Título.

CDD 530

HUGO FERREIRA ALVES

O CURRÍCULO E O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA (FMC) NA
EEM GOVERNADOR ADAUTO BEZERRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Física do Centro de
Ciências da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial à obtenção do grau de licenciado
em Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo
Silva

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Carlos Alberto Santos de Almeida
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ao meu pai, que em vida sempre desejou
ver um filho com um Diploma de Curso Superior

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiro, ao Leo e a Hoshi. Duas pessoas que entraram em minha vida no decorrer do curso e sem as quais eu não teria conseguido completar essa caminhada, aos dois: meu amor, carinho e agradecimento por fazerem parte da minha vida. Estendo esse mesmo agradecimento ao Rômulo, ao Felipe e à Bárbara, amigos tão distintos que, ao meu modo, viraram minha família;

Agradeço, também, aos professores Afrânio (UFC) e Bruno (Adauto Bezerra), com os quais aprendi e me desenvolvi durante os meses mais frutíferos para a minha formação como professor. A experiência como residente, no programa de Residência Pedagógica, gerou mais do que essa monografia, me possibilitou apreender e escolher o tipo de professor que almejo ser. Aproveitando o gancho, agradeço à gestão da EEM Governador Adauto Bezerra e a toda a sua comunidade. Espaço de criar, repensar, aprender e reinventar. Escola pública. Ensino público e de qualidade;

Aos professores Marcos (UFC) e Nildo (UFC), agradeço pelas aulas, as quais me foram mais proveitosas: as de laboratório. Agradeço ao professor Marcos, em especial, por aceitar me orientar na montagem e finalização deste trabalho que entrego;

Aos professores Daniel (UFC) e Saulo (UFC), agradeço pelas mais empolgantes aulas teóricas que tive. Foram, para mim, verdadeiras inspirações sobre como ensinar. Agradeço ao professor Daniel, também, pela oportunidade de participar durante um tempo do Stellar Team e de poder aprender um pouco sobre Astrofísica, paixão adormecida que quase me fazia voltar da sala de aula. Contudo, sigo em frente tentando conciliar ambas aspirações;

Ao professor Ramos (UFC), com quem aprendi (mesmo que eu tenha demorado demais para valorizar) a importância do “arroz com feijão” no ensino. Pode ser o convencional, mas é o que atende à maioria e o que, sem dúvidas, deve ser considerado e valorizado;

Aos professores Maluf (UFC) e Euclides (UFCA), agradeço pelas aulas de iniciação científica, lá no início da minha história no departamento, em 2013 e 2014, quando eu estava sempre com sono e passando por momentos difíceis. Mesmo com meu pouco proveito, esses encontros abriram minha mente e imaginação no mundo da física, e ainda abrem;

Ao professor Carlos Alberto (UFC), com quem muito aprendi, talvez mais fora da sala de aula do que dentro dela. Nos anos mais difíceis, me deu os motivos que me fizeram chegar até aqui. Meu muito obrigado; e

Ao Departamento de Física da UFC e ao Anderson (secretário do curso de Licenciatura em Física), meu muito obrigado.

Aos
Habitantes do Espaço em geral
E a H.C. em particular
Esta obra é dedicada
Por um humilde nativo de Flatland
Na esperança de que
Assim como ele foi iniciado nos Mistérios
Das três dimensões
Tendo antes sendo familiar
De apenas duas
Assim também possam os cidadãos
Desta celeste região aspirar cada vez mais alto
Aos segredos de quatro, cinco ou até seis dimensões
Deste modo contribuindo
Para o alargamento da imaginação
E o possível desenvolvimento
Desse raro e excelso dom da modéstia
Entre as raças superiores
Da sólida humanidade.

(Dedicatória de Flatland: a Romance os Many Dimensions, Edwin A. Abbott)

RESUMO

Neste trabalho, desenvolvido enquanto bolsista do Programa de Residência Pedagógica da Física – UFC, foi estudado o currículo de física da EEM Governador Aduino Bezerra e como os tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) estão inseridos nesse currículo. Foi constatado que esses tópicos são vistos, no geral, somente no final do 3º ano do Ensino Médio, período onde as aulas não conseguem alcançar todos os estudantes devido a um aumento da evasão/falta desses estudantes passados os exames de vestibulares, em especial o ENEM e o vestibular da UECE. Houve uma busca para entender qual a relação dos estudantes da escola com os tópicos ditos de FMC, quais os interesses e percepções desses tópicos por parte dos estudantes e, também, qual a importância desses tópicos para os exames de vestibular em questão, com foco no exame do ENEM. Foi discutido o espaço sócio-histórico-cultural pertencente à Escola e como uma maior inserção de tópicos de FMC está alinhada com seu Projeto Político Pedagógico (PPP) e seu objetivo de formar um estudante crítico, investigador e preparado para compreender e fazer uso das tecnologias do mundo moderno, muitas das quais oriundas do desenvolvimento de tópicos de FMC.

Palavras-chave: Currículo. Física Moderna e Contemporânea (FMC). EEM Governador Aduino Bezerra. ENEM.

ABSTRACT

In this work, developed as a scholarship holder of the Pedagogical Residency Program in Physics - UFC, the physics curriculum of EEM Governador Aduino Bezerra was studied and how the topics of Modern and Contemporary Physics (MCP) are inserted in this curriculum. These topics are seen, in general, only by the end of the final year of high school, a period in which classes cannot reach all students due to an increase in dropout rates after college entrance exams, especially ENEM and the UECE entrance exam. In this work, it was sought to understand the relationship between the school students and the MCP topics, the interests and perceptions of these topics by the students and also the importance of these topics for the entrance exams, with a focus on ENEM. The historical and sociocultural spaces belonging to the school were discussed. And within it, how a greater insertion of MCP topics aligns with its Political-Pedagogical Project and its objective of training a critical student, researcher and one who is prepared to understand and make use of the technologies of the modern world which many of these come from the development of MCP topics.

Keywords: Curriculum. Modern and Contemporary Physics (MCP). EEM Governador Aduino Bezerra. ENEM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Banner dos aprovados no ano de 2011	15
Figura 2 - Banner dos aprovados no ano de 2018	16
Figura 3 - Tópicos e suas quantidades de questões de FMC no ENEM de 2009 até 2018	24
Figura 4 - Plano Anual de Física de 2019 para o 1º ano	25
Figura 5 - Plano Anual de Física de 2019 para o 2º ano	26
Figura 6 - Faltas mensais nas disciplinas de Física nas Turmas de 3º anos do ano de 2018....	27

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Presença de FMC nas edições do ENEM	23
Gráfico 2 - Item I da pesquisa com os 1º e 2º anos.	28
Gráfico 3 - Item II da pesquisa com os 1º e 2º anos.	29
Gráfico 4 - Item III da pesquisa com os 1º e 2º anos.	29
Gráfico 5 - Item IV.A da pesquisa com os 1º e 2º anos.	30
Gráfico 6 - Item IV.B da pesquisa com os 1º e 2º anos.	30
Gráfico 7 - Item IV.C da pesquisa com os 1º e 2º anos.	31
Gráfico 8 - Item IV.D da pesquisa com os 1º e 2º anos.	31
Gráfico 9 - Item IV.E da pesquisa com os 1º e 2º anos.	32
Gráfico 10 - Item V da pesquisa com os 1º e 2º anos.	32
Gráfico 11 - Item VI da pesquisa com os 1º e 2º anos.	33
Gráfico 12 - Item VII da pesquisa com os 1º e 2º anos.	34
Gráfico 13 - Item VIII da pesquisa com os 1º e 2º anos.	35
Gráfico 14 - Item IX da pesquisa com os 1º e 2º anos.	36
Gráfico 15 - Item X.A da pesquisa com os 1º e 2º anos.	36
Gráfico 16 - Item X.B da pesquisa com os 1º e 2º anos.	37
Gráfico 17 - Item X.C da pesquisa com os 1º e 2º anos.	37
Gráfico 18 - Item X.D da pesquisa com os 1º e 2º anos.	38
Gráfico 19 - Item X.E da pesquisa com os 1º e 2º anos.	38
Gráfico 20 - Item X.F da pesquisa com os 1º e 2º anos.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Percepção dos Estudantes sobre a EEM Governador Adauto Bezerra	18
Tabela 2 – Tópicos selecionados de FMC	21
Tabela 3 – Obras didáticas do PNLD 2018 e seus tópicos selecionados de FMC	21

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivo e perguntas norteadoras	13
1.1.1	<i>Geral</i>	13
1.1.2	<i>Específicos</i>	13
1.2	A BNCC e o Novo Ensino Médio	13
2	A EEM GOVERNADOR ADAUTO BEZERRA	15
2.1	Levantamento socioeconômico-cultural	16
2.2	Projeto Político Pedagógico da Escola	18
3	METODOLOGIA	20
3.1	A FMC no ENEM e nos Vestibulares	20
3.2	O Currículo de Física da Escola	21
3.3	A relação dos Estudantes com os Tópicos de FMC	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
4.1	A FMC no ENEM e nos Vestibulares	23
4.2	O Currículo de Física da Escola	25
4.3	A relação dos Estudantes com Tópicos de FMC	27
5	CONCLUSÕES	40
	REFERÊNCIAS	42
	APÊNDICE A: Questionário aplicado para os estudantes do 1º e 2º anos	43
	APÊNDICE B: Questões de FMC no ENEM e no vestibular da UECE	44

1. INTRODUÇÃO

Ao final do século XIX e início do século XX, a comunidade científica, e em especial a comunidade da Física, viu emergir uma verdadeira revolução no que se acreditava ser os fundamentos dessa matéria. A teoria da relatividade de Einstein e posteriormente a Mecânica Quântica, mudou não só as bases existentes de diversas teorias já tidas como “consolidadas”, mas, também, a maneira como os cientistas enxergavam e explicavam a natureza. Surgiram as bases do que hoje denominamos Física Moderna e Contemporânea (FMC).

De lá para cá, temas como semicondutores e supercondutores, lasers, efeito fotoelétrico, radiação de corpo negro, raios X e radioatividade, fissão e fusão nuclear e a própria relatividade e mecânica quântica fazem parte do cotidiano de cada um de nós, mesmo que indiretamente, como aplicação tecnológica ou como princípio básico por trás de algum dispositivo, desde os smartphones, os painéis solares, o GPS e até os computadores ou a internet que fazemos uso.

Contudo, o ensino de física não acompanhou essas mudanças, e, no geral, a maior parte do que se ensina no ensino básico é a chamada Física Clássica, temas como mecânica, termodinâmica, cinemática e eletricidade. Dada a atual dificuldade em trabalhar bem esses aspectos mais básicos da Física Clássica, entendemos a resistência por ceder espaço para temas de FMC num currículo já tão diminuto de física no Ensino Médio (EM). Entretanto, o entendimento de FMC é fundamental para compreender o mundo moderno no qual o estudante está inserido, para que esses possam se tornar cidadãos participativos, conscientes e questionadores nesta sociedade que a cada dia passa por grandes mudanças devido ao avanço da ciência. (TERRAZAN, 1992, P.210).

Uma educação para a vida e a sociedade precisa ser capaz de relacionar o que é estudado na escola com o que se vive fora dela. Metodologias que englobem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) são essenciais para o desenvolvimento dessa competência. Temas de FMC estão diretamente relacionados com as metodologias CTS devido aos seus impactos na sociedade contemporânea.

É desejável, então, que uma educação emancipadora, especialmente no ensino de física, abarque temas de FMC na formação de seus estudantes, seja nas aulas, em palestras, em atividades extras-classe ou em outro meio. O importante é que os estudantes possam ter contato com tais temas, já que a física por trás deles está onipresente no nosso dia a dia.

Diante desse contexto, este trabalho, realizado enquanto bolsista residente do Programa Institucional de Residência Pedagógica da UFC - núcleo da Física, buscou averiguar o quão o

currículo de Física da EEM Governador Adauto Bezerra está alinhado com essa visão de ensino emancipadora fazendo uso de tópicos de FMC.

1.1 Objetivo e perguntas norteadoras

1.1.1 Geral

Analisar o quanto os tópicos de FMC estão presentes no currículo da EEM Governador Adauto Bezerra e de que forma a Comunidade Escolar se relaciona com esses tópicos de física.

1.1.2 Específicos

Responder as seguintes perguntas norteadoras:

- a) A FMC é importante para o vestibular?
- b) A FMC está presente no Currículo de Física da Escola?
- c) Qual o conhecimento dos estudantes sobre os tópicos de FMC?

1.2. A BNCC e o Novo Ensino Médio

O Novo Ensino Médio, reforma curricular aprovada pela lei nº 13.415/2017, altera significativamente as Diretrizes e Bases da Educação Nacional e estabelece mudanças na estrutura do ensino médio. Entre as principais mudanças está a redução da carga horária efetiva, dedicada às aprendizagens essenciais regulamentadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Apesar de ampliar o tempo mínimo do estudante na escola para 1.000 horas anuais (ante as 800 atuais), a carga horária da BNCC deve se restringir até 1.800 horas no decorrer dos três anos do ensino médio. Representando, na prática, uma redução de 25% do tempo de aula para as disciplinas convencionais. O restante da carga horária deve ser destinado aos itinerários formativos, percursos com currículos flexíveis, disponibilizados para escolha dos estudantes, de acordo com os contextos e necessidades locais.

Os currículos atualmente norteados pela BNCC deverão ser repensados e reelaborados diante das mudanças aprovadas na lei. A reforma é uma oportunidade de reorganizar e atualizar os currículos das disciplinas convencionais, aumentando a interdisciplinaridade e a transversalidade das mesmas. No entanto, ela também traz possibilidades de mercantilização do ensino e estimula uma visão utilitarista do conhecimento.

Ficam garantidas como disciplinas presentes nos três anos do ensino médio a Língua Portuguesa, a Língua Inglesa e a Matemática. As demais disciplinas, como a Física, não têm a mesma garantia. Na prática, essa organização afeta o currículo de física do ensino médio, o que deve diluir ainda mais a apresentação e o aprofundamento de seus conteúdos.

Nesse contexto, e sendo a física uma disciplina cujo os métodos e conhecimentos estão intimamente interligados e presentes na nossa sociedade, faz-se necessário a busca por novas abordagens na estrutura, no currículo e no ensino dos tópicos de física, que estejam alinhados ao desenvolvimento das competências e das habilidades necessárias para a sociedade contemporânea e, também, atendam às necessidades e interesses dos estudantes. Isto posto, podemos afirmar que o ensino de Física, através da FMC, é uma possibilidade de oferecer aos estudantes um conhecimento científico atual, dinâmico e interessante. De contribuir para o entendimento e reconhecimento da sociedade tecnológica que o rodeia e a qual ele pertence.

2. A EEM GOVERNADOR ADAUTO BEZERRA

A Escola foi fundada em 04 de março de 1976, com o nome de Centro Interescolar de 2º Grau Governador Adauto Bezerra. Inicialmente, ela foi criada para fornecer cursos técnicos profissionalizantes. Os cursos ministrados nas dependências da Escola foram, sobretudo, nas áreas de Administração, Mecânica Básica, Contabilidade, Eletricidade e Enfermagem.

Com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 1996, o Ensino Médio passou a ser uma etapa que visava consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, de maneira a possibilitar o aluno a prosseguir seus estudos. A Escola passa, então, de escola profissionalizante à escola preparatória, para o ingresso dos estudantes no Ensino Superior. Hoje, a Escola já possui mais de 40 anos de história, atendendo estudantes de mais de 50 bairros da cidade e de municípios, como Maracanaú e Caucaia, sobretudo estudantes oriundos da Vila União (bairro próximo). Atende em maioria famílias de baixo e médio poder aquisitivo.

A Escola de Ensino Médio Governador Adauto Bezerra se destaca como a escola pública de Fortaleza que mais aprova alunos nos vestibulares, com especial destaque para as Universidades Públicas e bolsas de financiamento de 100% (Prouni) nas faculdades privadas. Assim, ela vem alcançando cada vez mais sucesso em sua principal missão, que é “Colocar o filho do trabalhador na Universidade, sendo esta pública, gratuita e de qualidade”. Em 2008, foram 17 aprovações, em 2010, foram 48, número que foi crescendo extraordinariamente nos anos seguintes, com 73, em 2011, 155, em 2012 e mais de 355, em 2018 (Figuras 1 e 2).

Figura 1 - Banner dos aprovados no ano de 2011.



Fonte: próprio autor.

Figura 2 - Banner dos aprovados no ano de 2018.



Fonte: próprio autor.

Atualmente, a escola possui um total de 44 turmas, sendo oito turmas de 1º ano, oito de 2º ano e seis de 3º ano, em cada turno (manhã e tarde), totalizando mais de dois mil estudantes. Além disso, ela possui cerca de cem professores, dos quais cinco são professores de Física.

2.1 Levantamento socioeconômico-cultural

Todo ano, durante a Semana Acadêmica (SABI), os alunos são convidados a responderem um Questionário Socioeconômico, de forma que se possa conhecer melhor o perfil dos alunos que fazem parte da Instituição. Da mesma forma, existem questionários para os professores, para os funcionários em geral e para os Pais, Responsáveis e a Sociedade Civil como um todo. Todos esses questionários visam conhecer o público que constrói o Colégio e ao qual ele atende.

Do último grande levantamento disponível (2016) podemos destacar algumas informações acerca dos alunos pertencentes à Escola. Por exemplo, dos 994 alunos que responderam ao questionário, 53,8% (535) se declararam como sendo do sexo feminino, enquanto 44,7% (444) se declaram como sendo do sexo masculino. Já 1,5% (15) dos alunos declarou “outros”, fugindo da binariedade de gênero. A Escola se mostrou, durante todo o período de observação, como um oásis de tolerância e aceitação à diversidade, nestes tempos de cólera no qual vive nossa sociedade. Não foi surpresa ver que mesmo num gesto simples, como incluir uma terceira opção que foge aos estereótipos de gênero da sociedade, a Escola reflete a sua filosofia de ensino da tolerância, do respeito, da aceitação e da valorização dos direitos humanos, valores esses que tornam os alunos egressos cidadãos melhores e mais preparados para a sociedade.

Mais de 73% dos estudantes se declararam pardos, amarelos ou negros, 22% se declararam brancos e 4,4% se declararam indígenas. Vila União, Montese, Passaré e Bom Jardim são os principais bairros de moradia dos estudantes. Cerca de 83% dos alunos disseram utilizar o ônibus como meio de transporte predominante para irem à Escola. A quantidade de alunos que vai à Escola a pé (4,5%) é menor do que a que vai utilizando o carro da família (5,4%), enquanto 1,7% utiliza a bicicleta como meio de transporte e 1,8% vai de carona.

A maior parte dos alunos possuem 15 (13,9%), 16 (28,8%), 17 (27,7%) e 18 anos (15,4%), estando dentro das faixas de idade adequadas em suas respectivas séries. Apesar dos diversos eventos culturais e sociais fomentados pela Escola, 57,2% dos alunos se consideravam pouco politizados, diante de 34,5% que se consideraram politizados. Mais de 71% disseram pertencer a algum segmento religioso, sendo a maioria católico (43,6%) ou evangélico (25,7%), e 6,6% se consideraram ateus.

A maioria dos alunos que disseram participar de grupos sociais pertencem a grupos de jovens da igreja, à igreja ou a grupos de estudo dentro ou fora da Escola (Fotos de 1 até 4), esses correspondem a mais de 58% das respostas. Ademais, 46,5% (462 alunos) disseram não participar de nenhum grupo social.

Em relação à moradia, 63,9% mora em casa própria, desses, cerca de 38% moram com os pais (pai e mãe) e 34% mora somente com um dos pais (38,8% somente com a mãe e 5,2% somente com o pai), os demais moram principalmente com um dos avôs ou avós (8,2%) ou com parentes próximos (9,8%). É válido destacar que, quase metade dos alunos (49,4%) classificam o entorno de onde a Escola está localizada como perigoso.

Quanto à percepção dos alunos sobre a Escola e suas ações, podemos perceber na tabela abaixo que os resultados foram positivos para a mesma, mostrando uma boa aceitação e reconhecimento por parte dos alunos. Num cenário onde a maioria dos alunos não participa de outros grupos sociais, ter a Escola fomentando a participação dos mesmos em eventos esportivos, culturais e sociais é um ponto muito positivo para a formação acadêmica e cidadã desses alunos.

Tabela 1 - Percepção dos estudantes sobre a EEM Governador Adauto Bezerra

Sobre a Escola:	Sempre	Às vezes	Nunca
Ela é motivadora e prepara para a cidadania?	63,98%	35,51%	0,51%
Ela é motivadora e prepara para bons resultados acadêmicos?	84,81%	14,69%	0,50%
Ela explora atrações culturais?	65,80%	32,80%	1,40%
Ela explora atrações esportivas?	22,54%	64,88%	12,58%
Ela explora discussões políticas?	63,08%	35,01%	1,91%
Ela explora discussões sobre o respeito à diversidade?	64,89%	33,70%	1,41%
Ela merece a consideração e o cuidado de estudantes e familiares?	77,47%	21,83%	0,70%
Ela é burocrática e ineficiente?	10,77%	55,63%	33,60%

FONTE: Adaptado do Questionário Socioeconômico 2016.

Quanto ao trabalho, 80,8% dos estudantes não exercem nenhum tipo de atividade trabalhista, sendo que 8,6% possuem empregos informais e 3,2% possuem empregos formais, o estágio é uma atividade que abrange somente 4,4% dos alunos. A maior parte dos estudantes (98,50%) concorda, total ou parcialmente, que um de seus objetivos ao concluir o ensino médio é ingressar no ensino superior. A maioria desses conhecem os sistemas de cotas e as formas de seleção SISU e PROUNI.

2.2 Projeto Político Pedagógico da Escola

O Projeto Político Pedagógico (PPP) vigente foi aprovado em 2012, sob a gestão do Diretor Humberto Antônio Mendes. Faziam parte da gestão, também, os coordenadores José Weyne Barbosa Gomes, Luís César Ribeiro de Farias e Paulo Roberto F. Albuquerque, além da secretária Josefa Aglais do N. Cavalcante.

A construção do PPP teve como pensamento norteador a busca por atender às exigências de uma educação cidadã. Assim, a partir da unificação dos instrumentos de gestão e aprendizagem foi buscada a solução do problema da integração e unificação acerca das diversas pedagogias existentes, centrando os esforços na unificação dos conhecimentos produtivos do saber, de forma que essa educação cidadã fosse alcançada com as práticas pedagógicas.

Seus autores entendiam que os seres humanos, desde crianças, deviam ser preparados para viver em um mundo onde não sabemos que escala de valores comportamentais vai ser exigido de seus habitantes, envolvidos em novos paradigmas educacionais capazes de permitir às pessoas compreender, entender a vida, o mundo e a realidade. As pessoas devem, então, serem preparadas para serem sujeitos ativos deste processo, onde intuição e descoberta são os elementos preponderantes desta construção.

Desta feita, o PPP traz como proposta “Lançar um olhar para a modernidade”. Priorizando o desenvolvimento do ser humano na Sociedade do Conhecimento e da Vida, envolvendo tecnologia, meio ambiente e práticas pedagógicas. Embasado nas Metas de Desenvolvimento do Milênio (PNUD) e do Plano de Desenvolvimento Social do Governo do Estado do Ceará (Decreto nº27.059 de 26/5/2003) ele incorpora as diretrizes gerais orientadoras da Organização Científica e Cultural das Nações Unidas (UNESCO) estabelecidas como eixos estruturais da educação na sociedade: o Aprender o Conhecer; o Aprender a Fazer; o Aprender a Viver e o Aprender a Ser.

Desta forma, no cumprimento de sua função social, a Escola se propôs a realizar oficinas e projetos que buscassem para cada área revelar pessoas que pudessem implementar competências, descobrindo quais são as habilidades, aptidões e talentos dos estudantes. Sua principal meta era, então, adotar uma prática pedagógica que garantisse uma melhoria do ensino para os alunos, a qual cumprisse os objetivos delineados com qualidade e responsabilidade.

São diversas as atividades que compõe o currículo escolar (semana cultural, feira de ciências, projetos artísticos, esportivos etc.), há também a promoção de diversos debates (de cunho social, político, filosófico etc.) e o incentivo e preparação dos alunos para o prosseguimento dos estudos (existe todo um empenho dos professores e da gestão para fomentar a participação e a vontade dos alunos em se prepararem e concorrerem nos diversos processos seletivos). A Escola também busca preparar os estudantes para participarem em olimpíadas escolares (matemática, física, história etc.) e concursos artísticos e científicos (Feira de Ciências e Cultura da SEFOR/SEDUC, Desafio Nacional de Geografia, Concurso de Redação, etc.), campanhas de doação de sangue, assim como se esforça para tornar o ambiente da Escola um ambiente de aprendizado contínuo, diverso, plural e livre. Tudo isso nos mostra que a Escola vem concretizando as suas metas e alcançando os objetivos traçados no PPP.

3. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho se baseou em três pesquisas concomitantes, cada qual com o objetivo de buscar elementos que nos apresentassem um panorama da FMC no contexto da comunidade escolar e relacionasse esse panorama com os objetivos da escola esboçados no seu PPP.

3.1 A FMC no ENEM e nos Vestibulares

Nessa pesquisa, buscamos fazer um levantamento num período de dez anos (de 2009 até 2018) dos conteúdos de FMC que foram cobrados no vestibular do ENEM e nas dez edições do vestibular da UECE (de 2015.1 até 2019.2). Foi realizada a leitura das questões das provas de cada edição supracitada, buscando identificar assuntos correlacionados com temas de FMC. Qualquer questão que abordasse temas de física relacionados com aplicações de temas comumente atribuídos à FMC foi contabilizada

Para análise mais profunda, a fim de tentar agrupar as questões encontradas, escolhemos 12 tópicos de FMC, estando esses presentes nos livros didáticos, aprovados no último PNLD para o triênio de 2018, 2019 e 2020. Esses tópicos não abrangem toda a amplitude do que poderia ser considerado um tema de FMC, temas como: nanomateriais/nanotecnologia; a constante de Hubble; o princípio da incerteza de Heisenberg; evolução estelar; o experimento de Michelson e Morley; e mesmo ondas gravitacionais também estão presentes nesses livros. Todavia, são temas que aparecem com menor frequência entre as 12 obras aprovadas no PNLD 2018.

Ressaltamos, dessa forma, que os temas foram escolhidos priorizando aqueles que apareciam no maior número de obras, como relatividade e efeito fotoelétrico. Contudo, adicionamos temas menos presentes que possuem potencial para uma abordagem de CTS, como fibras ópticas e semicondutores, tecnologias presentes no nosso dia a dia.

A Tabela 2, na página seguinte, apresenta esses tópicos selecionados e a sua frequência entre os 12 livros da coleção do PNLD 2018. Já a Tabela 3, identifica as obras que abordam cada tema. Em todas as obras, os tópicos de FMC estavam presentes somente no final do volume 3 da coleção.

Tabela 2 - Tópicos selecionados de FMC.

NÚMERO	TÓPICO DE FMC	FREQUÊNCIA NOS LIVROS PNLD 2018
1	Origem do Universo	4
2	Fibras ópticas	1
3	Semicondutores e supercondutores	1
4	Lasers	2
5	Efeito Fotoelétrico	10
6	Dualidade onda-partícula	8
7	Radiação de corpo negro	8
8	Relatividade Restrita	11
9	Fissão e fusão nuclear	8
10	Raios-x e radioatividade	8
11	Partículas elementares	6
12	Relação entre massa e energia: $E = mc^2$	5

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 3 – Obras Didáticas do PNLD 2018 e seus tópicos selecionados de FMC.

TÍTULO DA OBRA	EDITORA	TEMAS SELECIONADOS PRESENTES NA OBRA
Física	Editora Ática	1; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12
Compreendendo a Física	Editora Ática	7; 8; 9; 10; 11
Física: Contexto & Aplicações	Editora Scipione	1; 4; 5; 7; 8
Ser Protagonista - Física	SM	1; 3; 5; 6; 8; 9; 10; 11
Física para o Ensino Médio	Saraiva Educação	5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12
Física	Saraiva Educação	5; 6; 7; 8; 12
Física: Interação e Tecnologia	LEYA	4; 10
Física Aula por Aula	FTD	5; 6; 7; 8; 9; 12
Física	FTD	5; 6; 7; 8; 9; 10; 12
Física em Contextos	Editora do Brasil	5; 8; 10; 11
Física – Ciência e Tecnologia	Moderna	1; 2; 5; 6; 7; 8; 9; 10
Conexões com a Física	Moderna	5; 6; 8; 9; 11

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2. O Currículo de Física da Escola

Nesta pesquisa, estudamos os Planos Anuais das disciplinas de física, nos três anos do EM. Buscamos encaixar, também, as aulas de laboratório (que possuem um plano anual próprio) e os tópicos comumente abordados no 3º ano do EM, o qual possui um plano mais flexível devido à intensificação dos preparatórios para os exames de vestibulares que esse público deve prestar.

Durante o período da Residência Pedagógica foi possível observar que os tópicos de FMC são abordados nas turmas de 3º anos somente no final do ano letivo. Entre os tópicos

selecionados, 8 estavam programados para serem vistos por essas turmas, a maioria após a realização do ENEM 2019.

Atento a esse período letivo, foi observado, também, que a frequência nas aulas regulares dos estudantes diminuiu bastante, em relação ao período antes do exame do ENEM. Em busca de identificar se essa era uma tendência comum (como aparentava ser) fizemos, nessa etapa da pesquisa, um levantamento do acompanhamento das faltas dos estudantes no ano anterior, com o objetivo de identificar e comparar os índices de frequências desses estudantes.

3.3 A relação dos Estudantes com Tópicos de FMC

Nesta etapa, aplicamos um questionário anônimo para os estudantes de turmas de 1º e 2º anos, com o objetivo de conhecer e analisar diversos aspectos entre a vida escolar, os interesses dos alunos e a sua relação com os tópicos de FMC. A pesquisa foi realizada através de uma amostra estratificada entre os turnos (manhã e tarde) e entre as séries (1º e 2º ano), de forma que tivemos 3 turmas de cada ano e de cada turno participando da mesma.

Todos os estudantes das turmas selecionadas foram convidados a participarem da pesquisa. Dos formulários recolhidos, tivemos um total 189 válidos, que não constavam em branco ou eram ilegíveis.

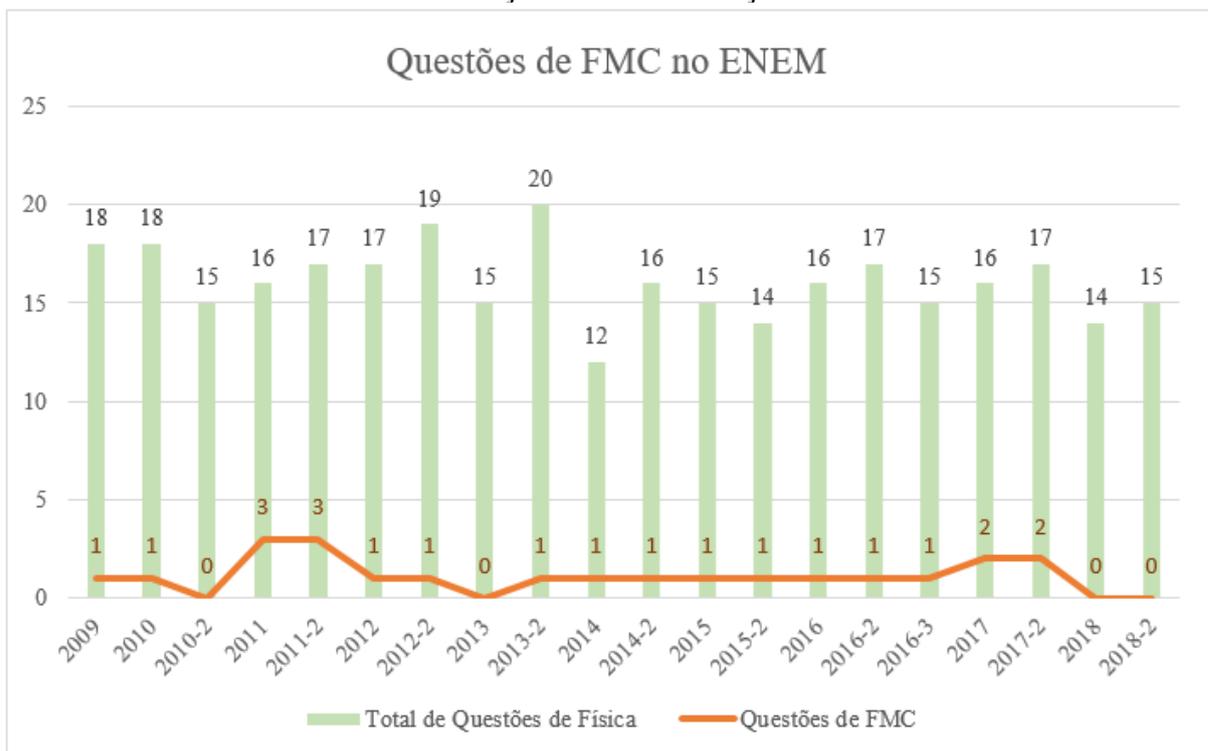
O Formulário utilizado encontra-se no apêndice 1.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 A FMC no ENEM e nos Vestibulares

De posse dos tópicos de FMC selecionados, analisamos todas as questões que se relacionassem com a física, presentes nas 20 edições do ENEM, de 2009 até 2018, o que contempla as aplicações regulares e segundas ou eventuais terceiras aplicações do exame em cada ano. A partir disso, foram identificadas um total de 322 questões relacionadas com tópicos de física, nesses dez anos, uma média de 16 questões a cada realização. Dessas, identificamos 22 questões com a temática de FMC, o que corresponde a um percentual de 6,83% do universo de questões totais e uma média aproximada de 1 (uma) questão de FMC a cada edição do exame. Dados que podem ser observados no Gráfico 1, abaixo.

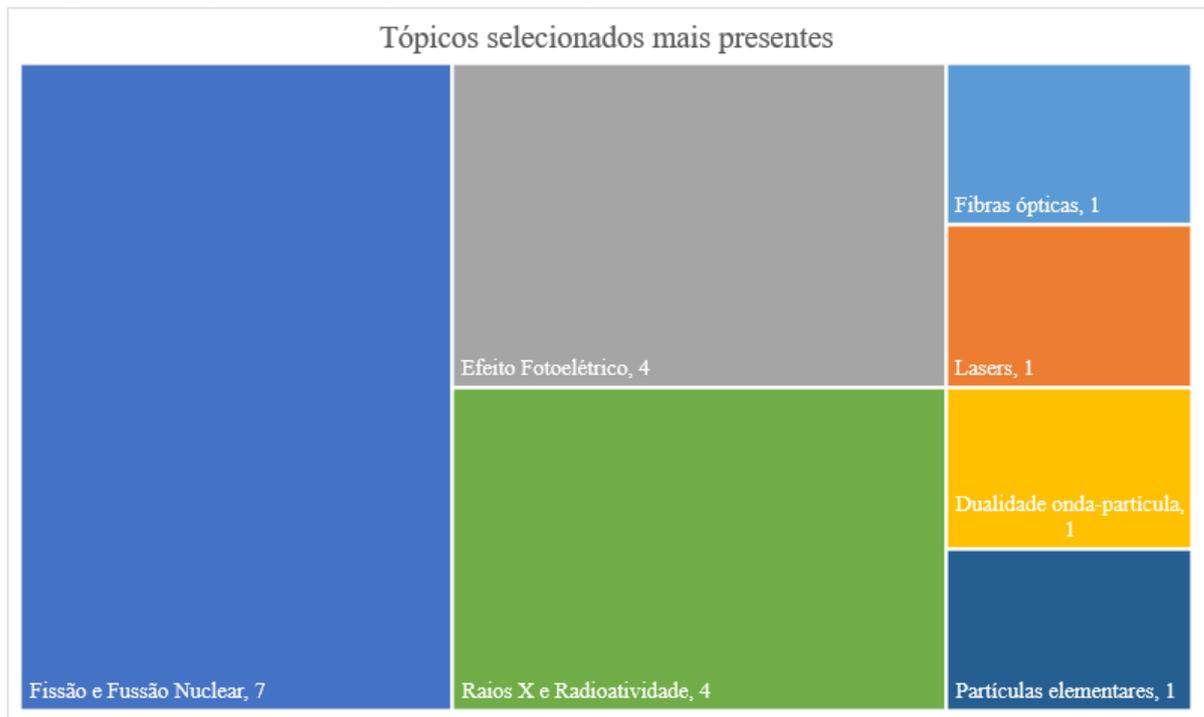
Gráfico 1 - Presença de FMC nas edições do ENEM.



Fonte: elaborado pelo autor.

Das 22 questões encontradas, 19 pertencem aos tópicos selecionados. Podemos observar a distribuição dessas questões em relação aos tópicos na Figura 3, na página seguinte. Os tópicos que não aparecem não tiveram questões identificadas.

Figura 3 - Tópicos e suas quantidades de questões de FMC no ENEM de 2009 até 2018.



Fonte: elaborado pelo autor.

Quanto a UECE, identificamos somente 2 (duas) questões na primeira fase do vestibular, em um universo de 72 questões nas edições de 2015.1 até 2019.2 (as últimas dez edições). Questões relacionadas aos tópicos de fibras ópticas e efeito fotoelétrico. O estudante não necessitava de conhecimentos aprofundados dos tópicos em questão, porém esses tópicos poderiam ter sido utilizados para fomentar uma discussão em uma abordagem CTS, enriquecendo a capacidade do estudante de analisar essas questões.

Encontramos 3 (três) questões de FMC no universo de 200 que foram aplicadas na segunda fase, nesse mesmo período. Todos presentes nas edições recentes de 2018.2 (1 questão do tópico de Partículas elementares e 1 questão do de Relatividade) e de 2019.1 (1 questão do tópico de Raios X e Radioatividade).

Essas questões podem ser vistas no apêndice 2.

4.2. O Currículo de Física da Escola

No estudo do Plano Anual, da Disciplina de Física da Escola foi possível observar que nas turmas de primeiros e segundos anos não são abordados, de acordo com o planejamento, nenhum dos tópicos de FMC aqui analisados. Como podemos observar nas Figuras 4 e 5, abaixo, a distribuição de tópicos, por bimestre, de cada ano, contempla somente temas de Física Clássica.

Figura 4 - Plano Anual de Física de 2019 para o 1º ano.

Plano de Curso de Física do 1º Ano		
	Física 1	Física 2
1º Bimestre	Introdução à Física Movimento harmônico Simples Ondas Reflexão e Refração em ondas Difração e Interferência Polarização da Luz e revisão.	Introdução à Física (áreas e ordem de grandeza) Introdução à Análise Vetorial Primeira Lei de Newton Equilíbrio de uma partícula Terceira Lei de Newton
2º Bimestre	Ondas Sonoras Características fisiológicas do som Tubos sonoros 1 Tubos sonoros 2 Efeito Doppler do som e da luz	Força de Atrito Segunda lei de Newton Aplicações da segunda lei de Newton Queda de objetos com resistência do ar Forças no movimento circular Aplicações das leis de Newton a sistemas de objetos
3º Bimestre	Hidrostática 1 Hidrostática 2 Hidrostática 3 Hidrostática 4	Trabalho de uma força Potência e Energia Trabalho e energia cinética Complementação da análise da energia cinética e sua Energia Potencial gravitacional
4º Bimestre	Cinemática 1 Cinemática 2 Cinemática 3	Energia Potencial Elástica Conservação da Energia Impulso e Quantidade de Movimento

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 5 - Plano Anual de Física de 2019 para o 2º ano.

Plano de Curso de Física do 2º Ano		
	Física 1	Física 2
1º Bimestre	Introdução à Física Eletrostática 1 Processos de Eletrização Lei de Coulomb Campo Elétrico Parte 1	Introdução à Física Introdução à Ótica Geométrica Reflexão da Luz Espelhos planos Espelhos esféricos 1
2º Bimestre	Campo Elétrico parte 2 Potencial Elétrico 1 Equação Geral dos Gases Potencial Elétrico 2 Energia Potencial Elétrica e o gerador de Vaan de Graaf	Espelhos esféricos 2 Equação dos espelhos esféricos Refração da Luz Formação de imagens pela refração Dispersão da Luz e cor dos objetos
3º Nimestre	Corrente Elétrica Circuitos Simples Resistência Elétrica As Leis de Ohm Associação de Resistores	Temperatura – Escalas de temperatura Dilatação térmica Mudanças de fase Mudanças de estado físico e comportamento anômalo da água O calor como energia Transferência de Calor Capacidade Térmica e Calor Especifico Trocas de Calor
4º Bimestre	Potência em um elemento do circuito Atividades sobre potencia elétrica e potência dissipada. Instrumentos de medida elétrica	1 Lei da termodinâmica Aplicações da 1 Lei da Termodinamica Máquinas térmicas 2 lei da termodinâmica

Fonte: elaborado pelo autor.

As turmas de 3º anos possuem calendário e planejamento pedagógicos diferenciados, devido à preparação mais intensiva para os exames de seleção de ingresso nos cursos de nível superior, de forma que tivemos uma maior dificuldade em obter o Planejamento Anual da Disciplina. Contudo, conseguimos descobrir, junto ao Professor e Preceptor da Residência Pedagógica, Bruno Eron, que também é um dos Coordenadores de Área na Escola, que dos 12 tópicos selecionados de FMC os últimos 8 estavam programados para serem vistos pelos alunos dos 3º anos. Concentrados nos 3º e 4º bimestres acadêmicos.

Como os tópicos de FMC estavam presentes somente no planejamento das turmas dos 3º anos, e ainda assim concentrados no final do ano letivo, fizemos um levantamento da frequência anual dos alunos das turmas de 3º anos, de 2018, para tentar aferir se o ensino desses tópicos coincidiam com um período de menor assiduidade por parte desses estudantes. Foram

somadas as faltas das três disciplinas de Física, mês a mês, de cada turma, Figura 6, abaixo, com o objetivo de identificar um possível aumento médio no número de faltas nos últimos meses do ano. Contudo, descobrimos que o acompanhamento de frequência dessas turmas não se manteve regular em todo o período.

Nos arquivos da secretaria da escola, tivemos acesso às planilhas que não cobriam todo o período de interesse. Várias das turmas foram tendo seus dados ausentes nos arquivos digitais das Tabelas de Frequência, até que esses cessaram para todas as turmas. Não conseguimos, dentro do período de investigação, localizar as agendas físicas das turmas, de forma a tentar preencher as lacunas nos dados. Desta forma, esta análise não pode ser concluída.

Figura 6 - Faltas mensais nas disciplinas de Física nas turmas de 3º anos do ano de 2018.

Número de faltas mensais em física por turma - 2018												
Turma		Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Manhã	3º A	155	157	186	186	130	Período de Recesso Escolar	183	168	124		
	3º B	137	135	175	217	189		217	203			
	3º C	140	169	204	194	165						
	3º D		133	137	141	103						
	3º E	119	151	181	178	136						
	3º F	130	123	163	162	177						
Tarde	3º A	137	134	146	152	129		166	152	77		
	3º B	153	137	188	156	120						
	3º C	174	117	186	290	162		205	137	109		
	3º D		134	152	163	255		127		10		
	3º E	106	123	137	157	130		196	175	124		
	Média ¹ :	139	138	169	181	154		182	167	89		

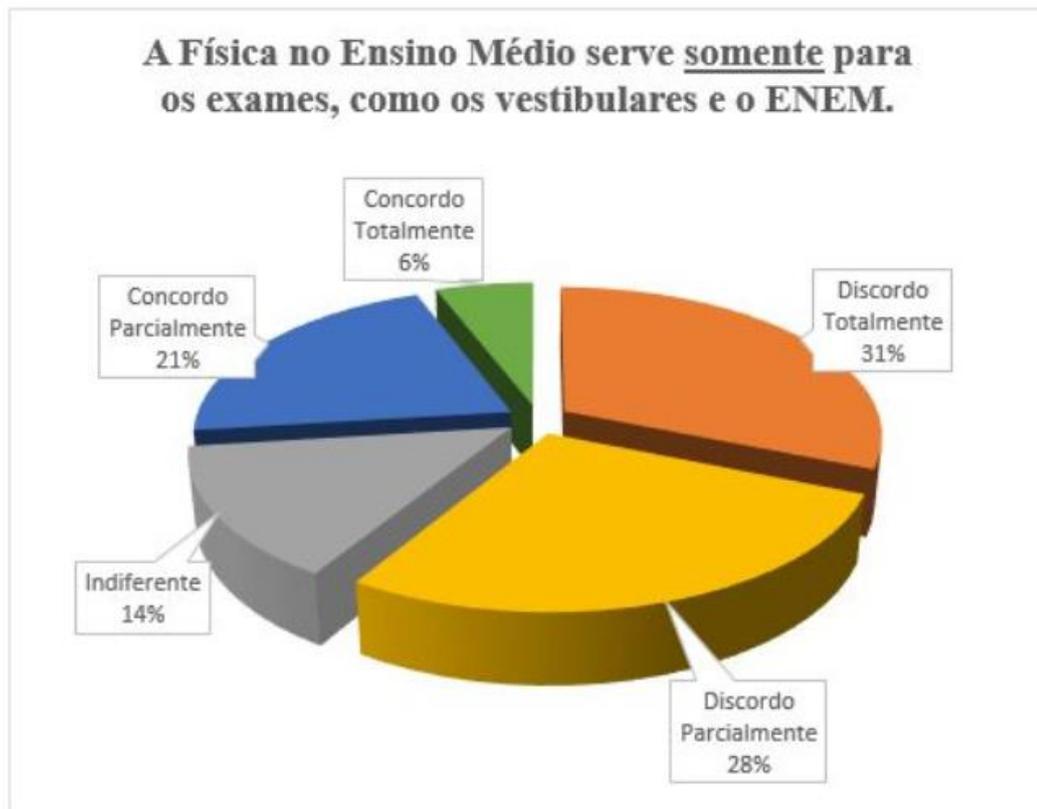
¹: não são consideradas as turmas nas quais o mês está em branco.

Fonte: elaborado pelo autor.

4.3 A relação dos Estudantes com Tópicos de FMC

O Formulário de Pesquisa se inicia com uma afirmativa, na qual se objetiva saber se os estudantes veem os tópicos de Física como algo útil para além dos exames de vestibulares ou ENEM (Gráfico 2). Quase 60% dos estudantes discordam de que estudar física só serve para esse fim. Uma parcela de 6%, 11 estudantes, concordam totalmente que os tópicos de Física no EM servem somente para os exames acadêmicos.

Gráfico 2 - Item I da pesquisa com os 1º e 2º anos.

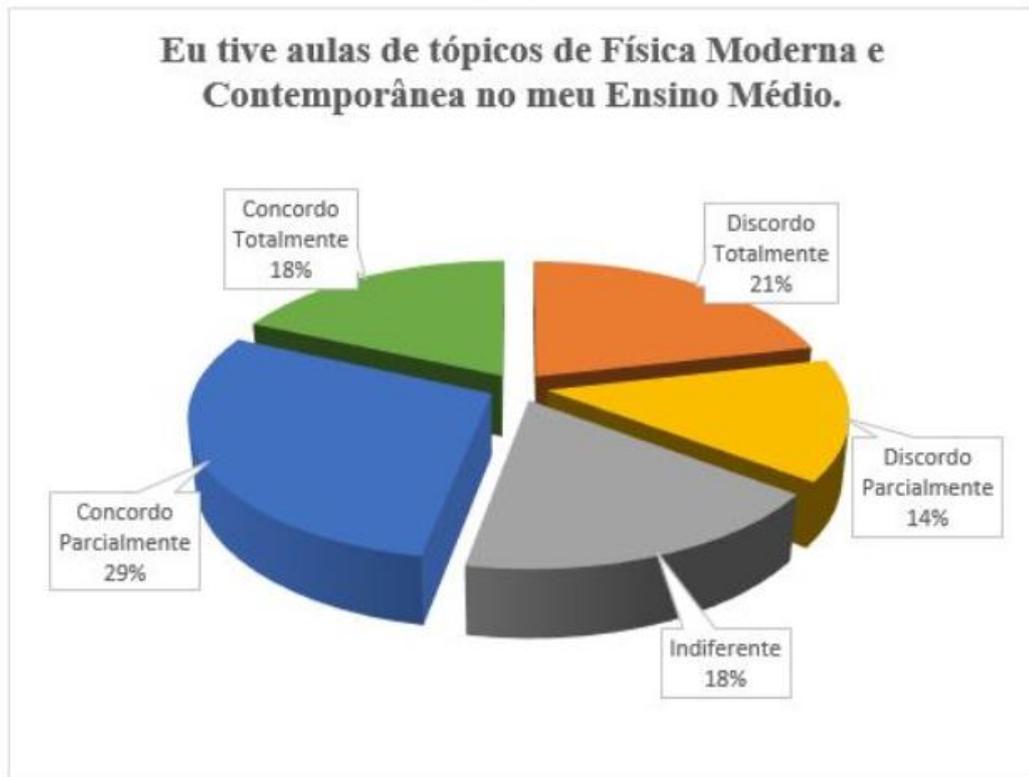


Fonte: elaborado pelo autor.

Uma parcela de 47% dos estudantes concordou que tiveram aulas de algum tópico de FMC, em algum momento do EM, parcela maior do que os 35% que discordaram da afirmativa (Gráfico 3). A grande maioria dos estudantes, 79%, concordaram de que gostariam de ter mais aulas de tópicos de FMC durante o seu EM (Gráfico 4).

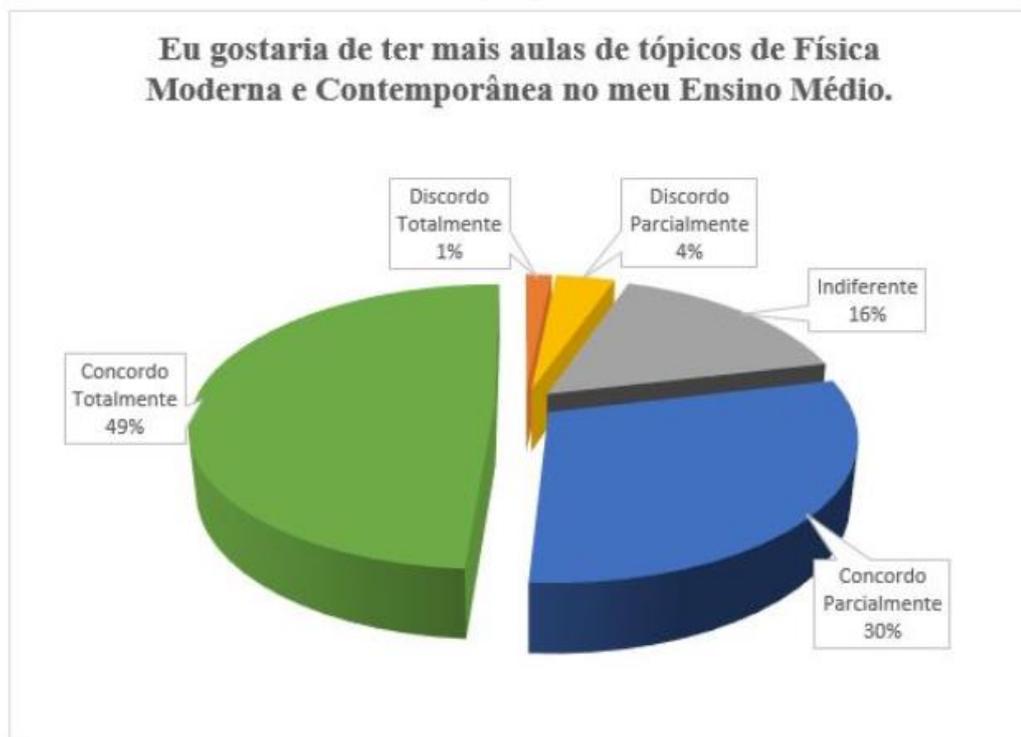
Pedimos que os alunos avaliassem cinco maneiras diferentes de aprender tópicos de FMC. A maneira mais bem avaliada foi a da prática experimental (Gráfico 7), seguida da que faz uso de palestras e seminários para abordar os temas (Gráfico 5). A com maior índice de avaliação negativa foi a de minicursos e oficinas em horários no contraturno, com uma rejeição de 13%, apesar de somar uma aceitação de 65% entre “ótimo” e “bom” (Gráfico 8). Os Gráficos 6 e 9 trazem a avaliação por parte dos alunos das demais maneiras propostas.

Gráfico 3 - Item II da pesquisa com os 1º e 2º anos.



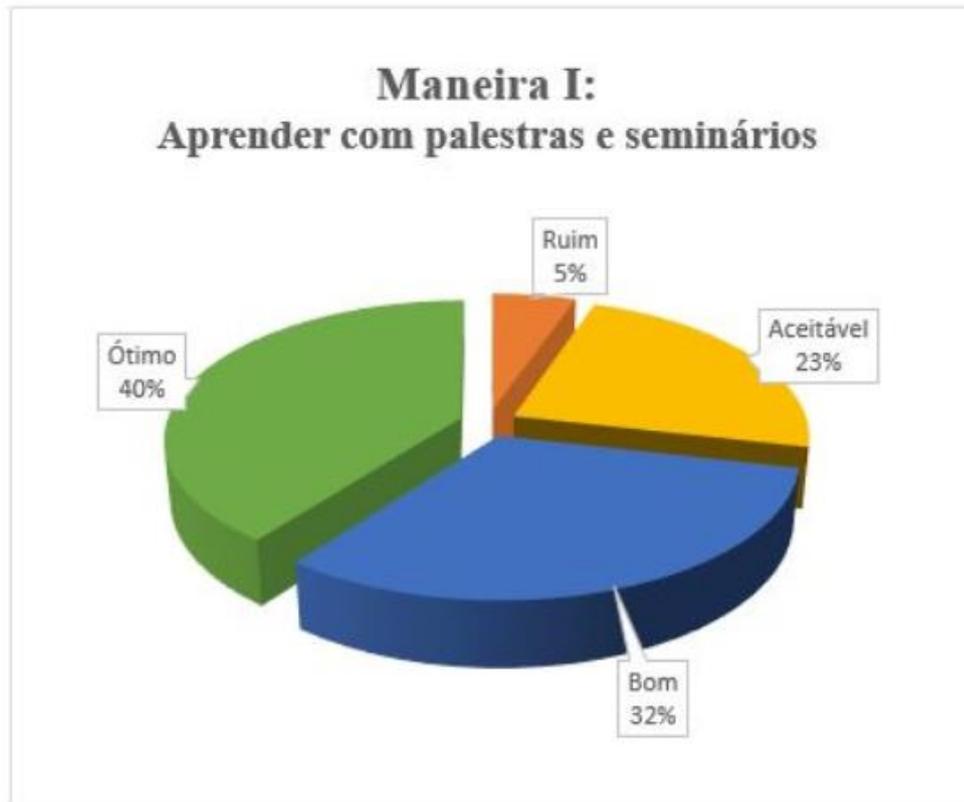
Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 4 - Item III da pesquisa com os 1º e 2º anos.



Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 5 - Item IV.A da pesquisa com os 1º e 2º anos.



Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 6 - Item IV.B da pesquisa com os 1º e 2º anos.



Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 7 - Item IV.C da pesquisa com os 1º e 2º anos.



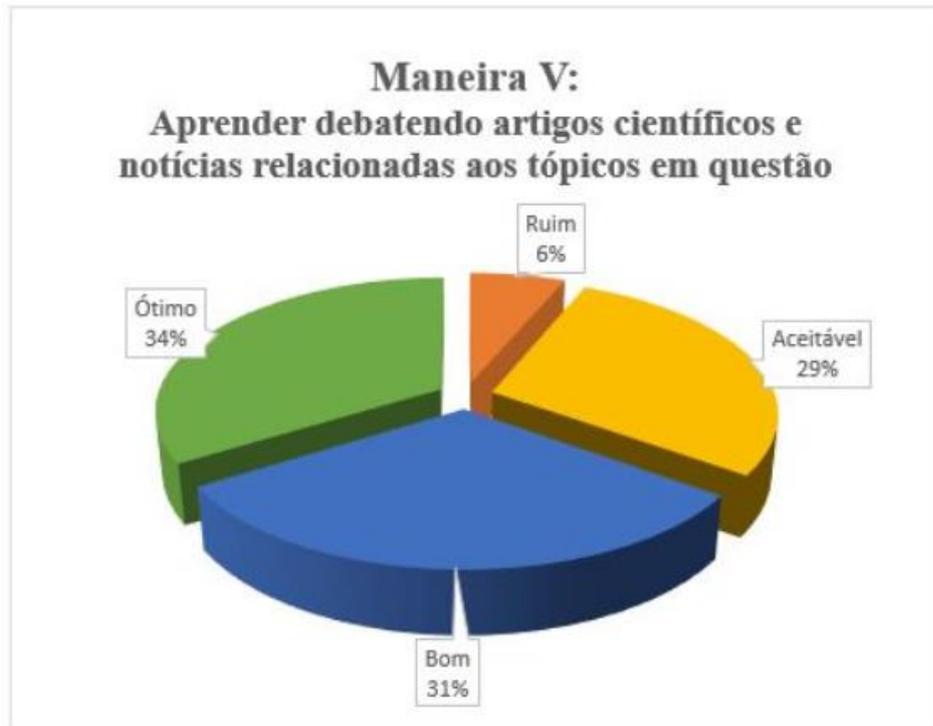
Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 8 - Item IV.D da pesquisa com os 1º e 2º anos.



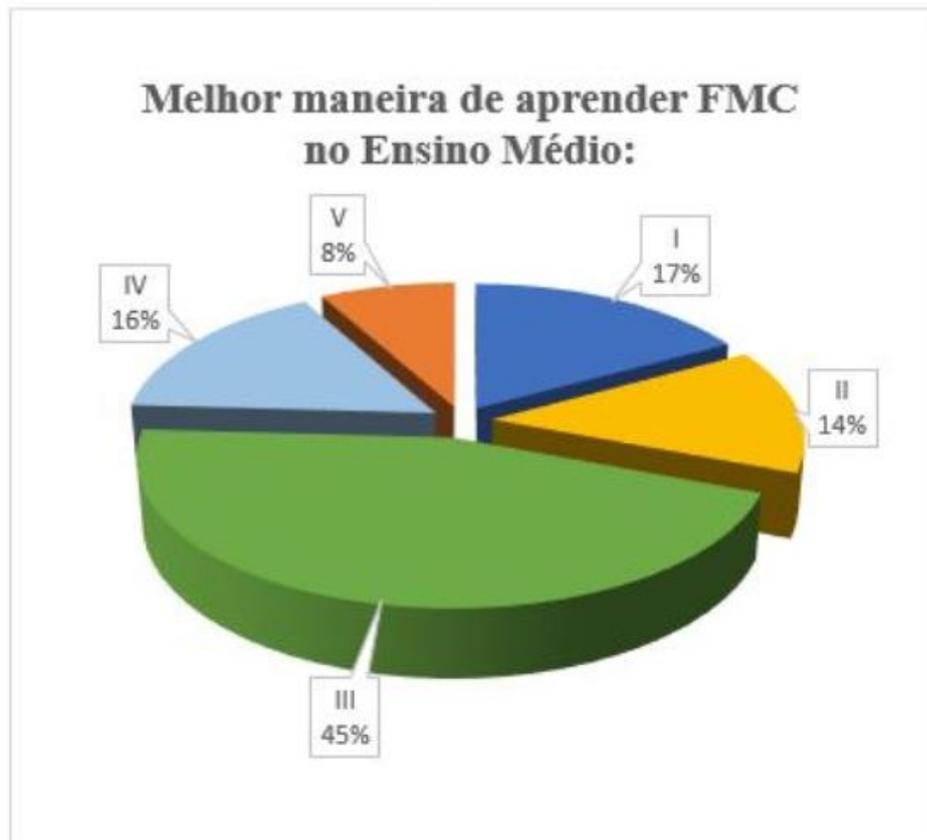
Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 9 - Item IV.E da pesquisa com os 1º e 2º anos.



Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 10 - Item V da pesquisa com os 1º e 2º anos.



Fonte: elaborado pelo autor.

Quando perguntado sobre a melhor maneira de aprender tópicos de FMC, 45% dos estudantes escolherem aprender com experimentos no laboratório, em horário no contraturno, o que pode ser visto no Gráfico 10, na página anterior. A maioria dos alunos preferem estudar os tópicos de FMC em aulas específicas, sem relação com os demais tópicos de Física do EM, 73% dos estudantes (Gráfico 11). Em desacordo com a ideia de integrar os tópicos de FMC com as aulas de tópicos de Física Clássica.

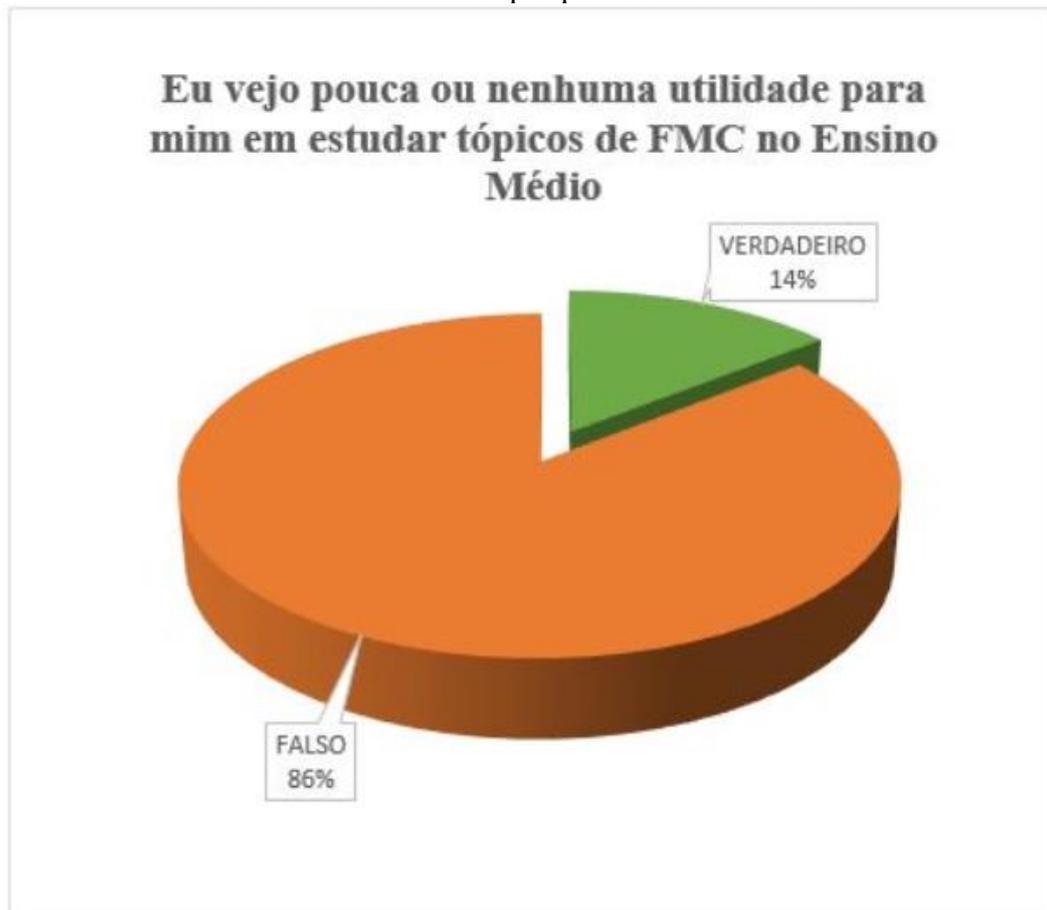
Gráfico 11 - Item VI da pesquisa com os 1º e 2º anos.



Fonte: elaborado pelo autor.

Quando perguntados sobre a utilidade de estudar esses tópicos de FMC no EM, 14% concordam de que não veem nenhuma utilidade, valor abaixo dos 86% que discordaram que os tópicos de FMC no EM, de maneira geral, tem pouca ou nenhuma utilidade. (Gráfico 12)

Gráfico 12 - Item VII da pesquisa com os 1º e 2º anos.



Fonte: elaborado pelo autor.

A maioria dos estudantes entrevistados gostariam de estudar tópicos de FMC no 2º ano (Gráfico 13), e no 3º Bimestre letivo (Gráfico 14). Dos Gráficos 15 até ao 20 há um panorama da relação que os estudantes têm com cada um dos 12 tópicos de FMC, os quais fazem parte do nosso estudo. Tomamos dois limites e os destacamos de verde e laranja, o primeiro para destacar os tópicos que obtiveram uma boa margem (considerada aqui acima de 50% dos estudantes) e o segundo para destacar as margens abaixo dos 20%.

Dos 12 tópicos, somente 3 são reconhecidos, por mais da metade dos estudantes, como de FMC (Gráfico 15). E apesar de 47% dos estudantes terem concordado que já tiveram aulas de tópicos de FMC, apenas um dos tópicos, o da ‘Origem do Universo’, foi marcado como “já ter tido contato ou estudado no EM” por mais de metade dos alunos (Gráfico 16). Esse, também, é o único tópico em verde (quase 70%) na pergunta sobre “ter contato fora do ambiente da escola”, como TV, Youtube, revistas, etc. (Gráfico 17).

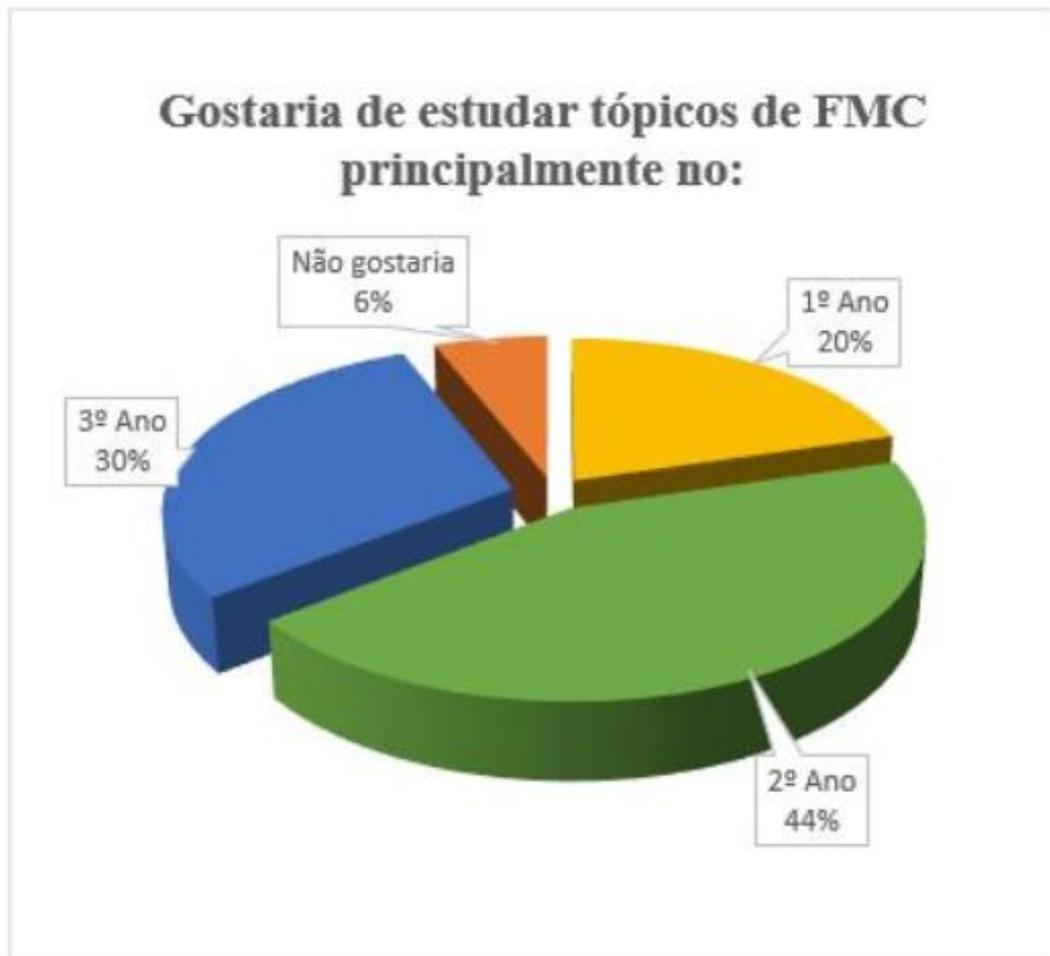
Para a maioria, “Raios X e Radioatividade” é o tópico que está mais conectado com a sociedade e mais relacionado com a realidade social. Tópicos como “Partículas elementares”,

“Relatividade Restrita” e “Dualidade onda-partícula” são os menos reconhecidos como conectados com a sociedade (Gráfico 18).

Na pergunta sobre os tópicos mais importantes de serem estudados no EM, todos tiveram um relativo reconhecimento entre pelo menos uns 40% dos estudantes. Com destaque para a “Relação massa e energia”, “Raios X e Radioatividade”, “Fibras ópticas” e “Origem do Universo” que foram reconhecidos como importantes por mais de 50% desses (Gráfico 19).

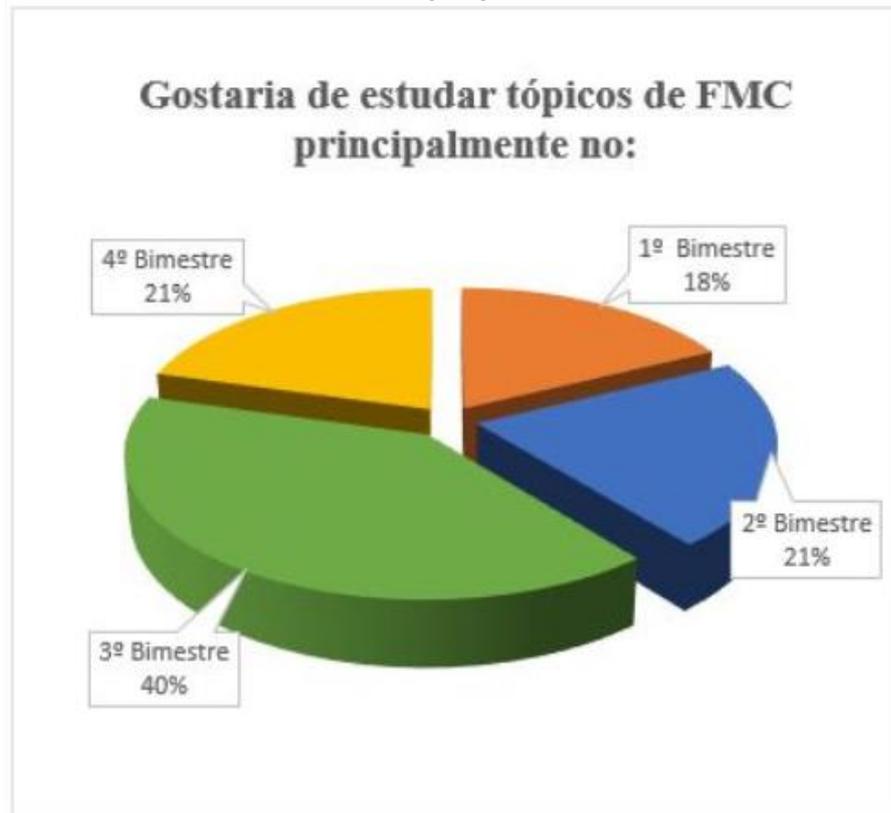
Por fim, os tópicos que os estudantes mais gostariam de estudar no EM são os de “Raios X e Radioatividade”, “Radiação de corpo negro” e o da “Origem do Universo”.

Gráfico 13 - Item VIII da pesquisa com os 1º e 2º anos.



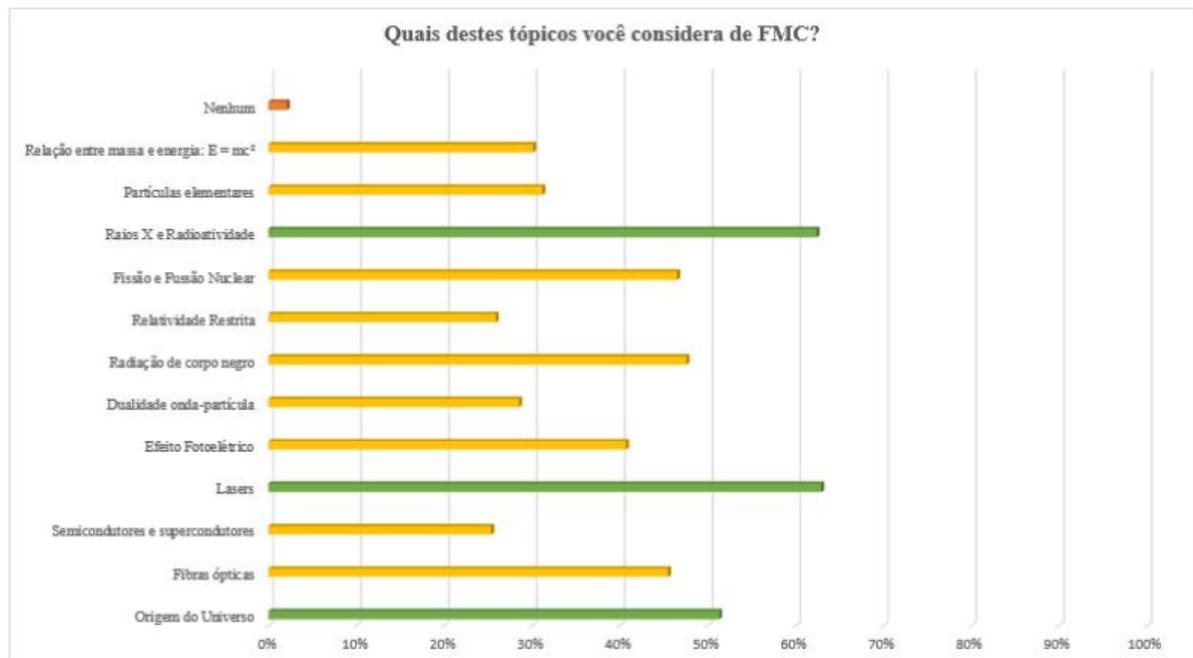
Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 14 - Item IX da pesquisa com os 1º e 2º anos.



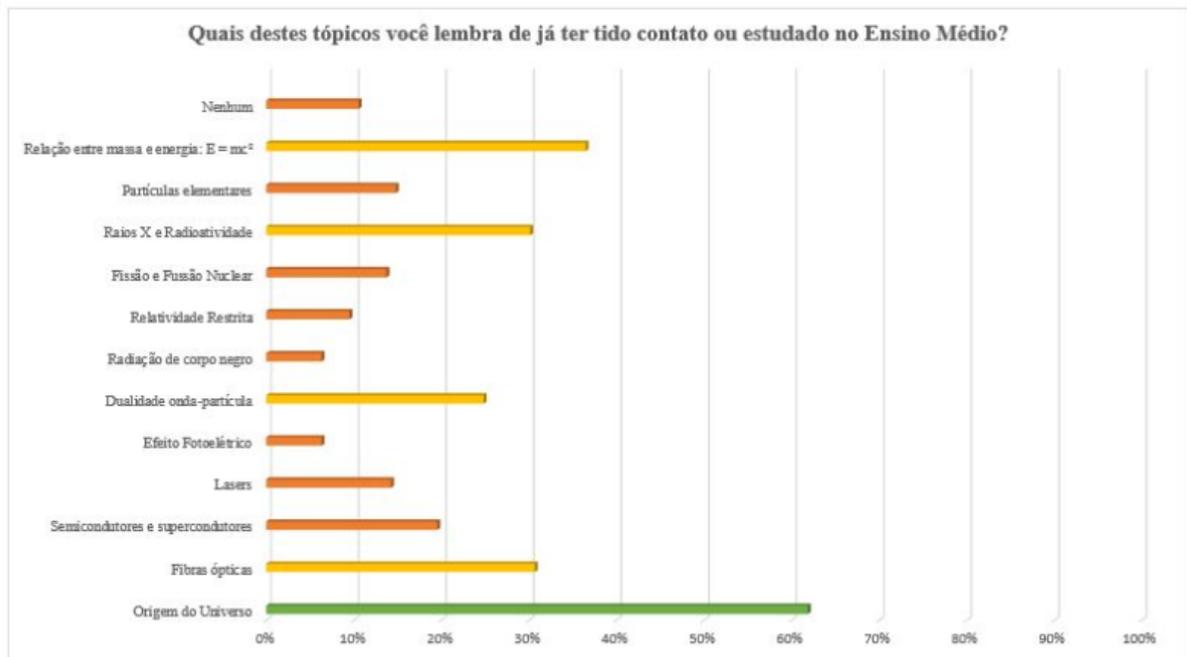
Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 15 - Item X.A da pesquisa com os 1º e 2º anos.



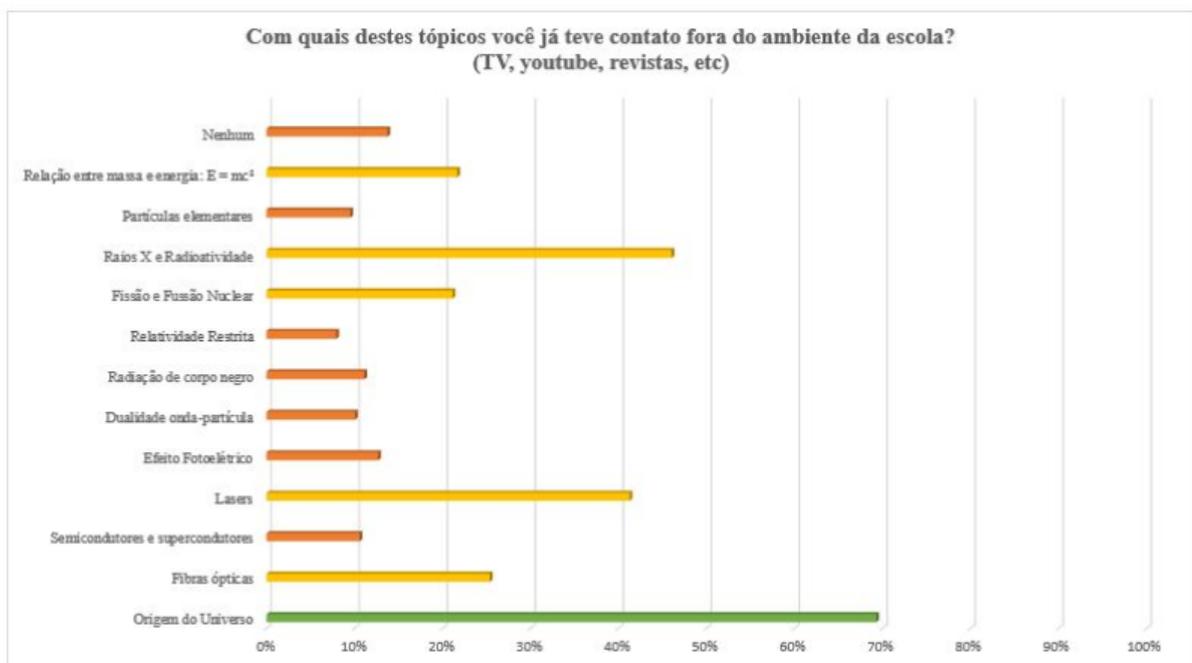
Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 16 - Item X.B da pesquisa com os 1º e 2º anos.



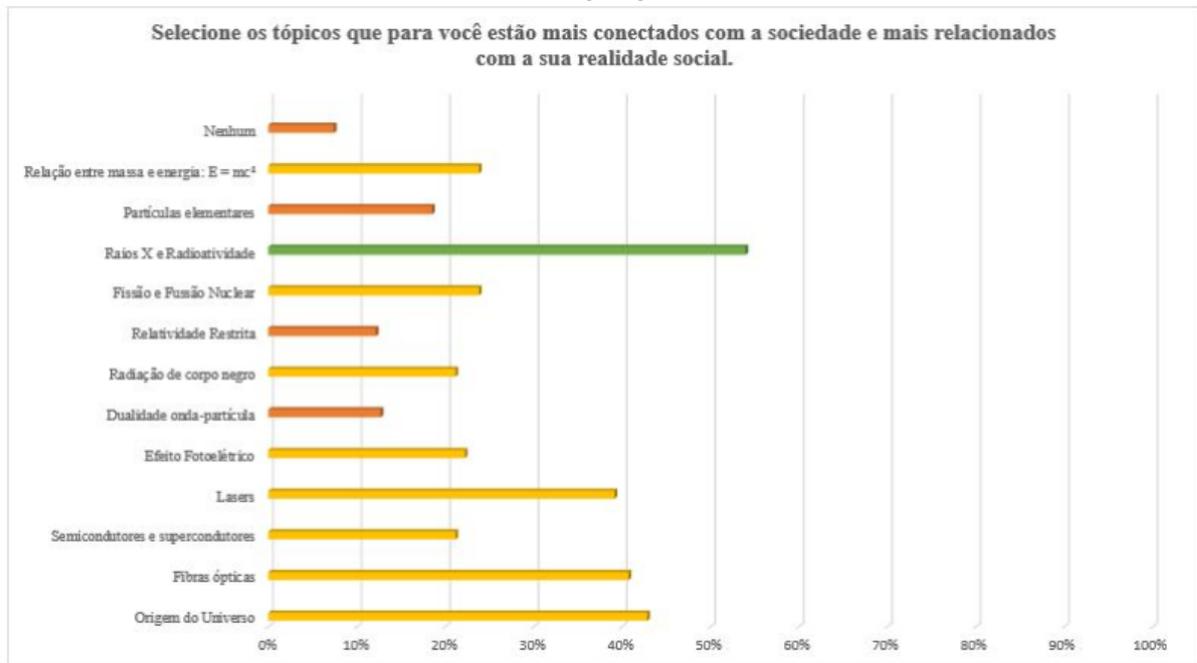
Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 17 - Item X.C da pesquisa com os 1º e 2º anos.



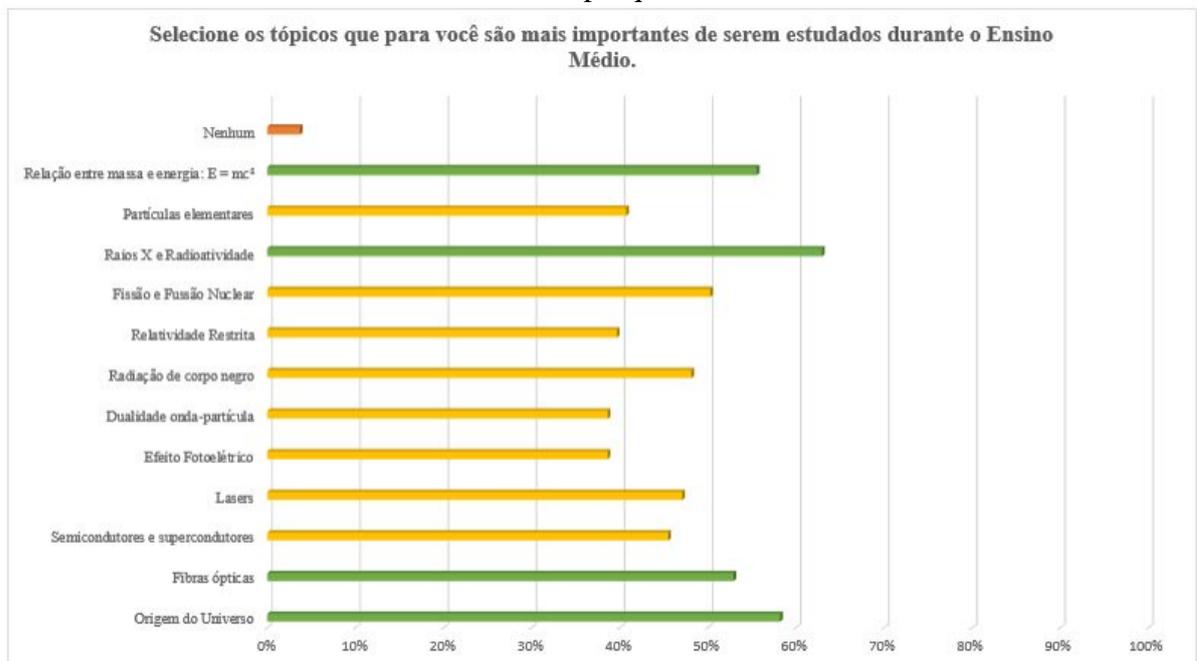
Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 18 - Item X.D da pesquisa com os 1º e 2º anos.



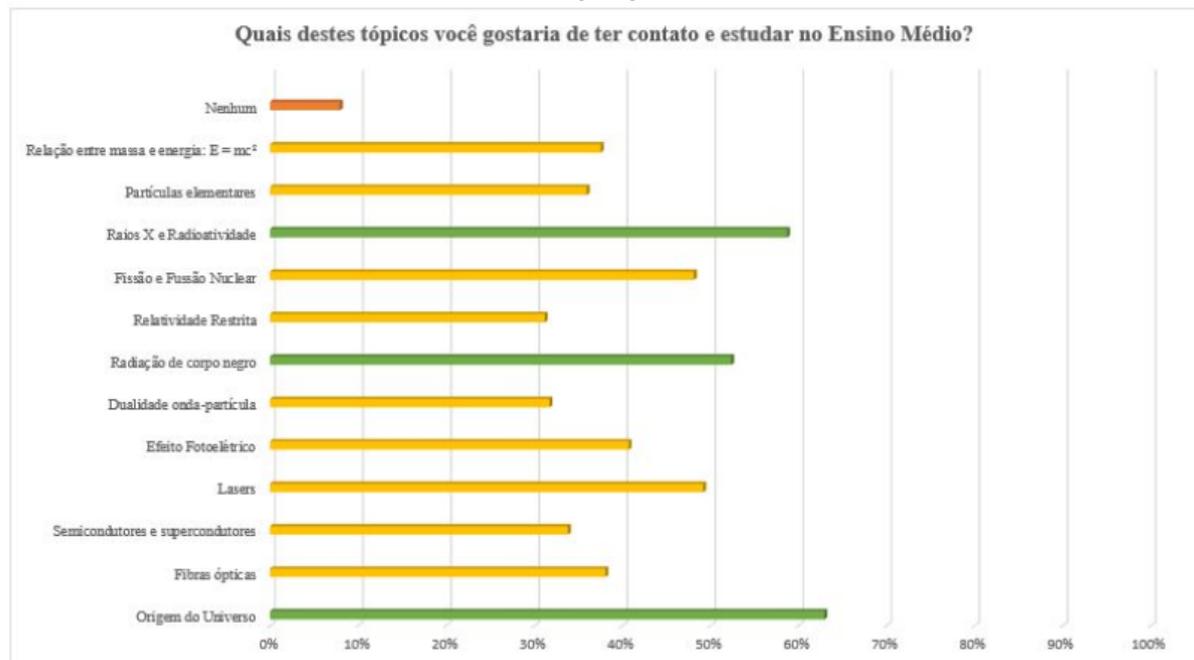
Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 19 - Item X.E da pesquisa com os 1º e 2º anos.



Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 20 - Item X.F da pesquisa com os 1º e 2º anos.



Fonte: elaborado pelo autor.

5. CONCLUSÕES

Como podemos ver, com os resultados da investigação, os tópicos de FMC não são vistos pelos estudantes nos 1º e 2º anos, sendo deixados para o 3º ano, final do período escolar do EM. Foi constatado de que percentualmente os tópicos de FMC são muito pouco cobrados no vestibular da UECE e no ENEM, apesar de que nesse último haja uma participação mais significativa no universo de tópicos de física que compõem as questões, totalizando cerca de 6,8% das mesmas. Ainda assim, cerca de 1/16 de cada edição do ENEM cobra do estudante um conhecimento atrelado à FMC, o que se soma como argumento para o ensino desses tópicos no EM.

Tópicos de FMC possuem um grande potencial para abordagens CTS. Se o objetivo é formar um estudante capaz de entender e de se relacionar com a sociedade na qual ele vive, esses tópicos carregam uma importância muito maior do que a limitada pelos exames de vestibulares. Eles possuem o potencial de fomentar a reflexão e o debate sobre questões éticas e políticas na produção de energia, como na questão do acidente de Chernobyl, na edição de 2011 do ENEM (vide apêndice b). Possuem a oportunidade de preparar o estudante para identificar fenômenos da natureza de FMC e relacionar estes fenômenos com fenômenos de física clássica, como na questão de dualidade onda-partícula da luz (FMC) que também tem um comportamento ondulatório como o som (física clássica), também na edição de 2011 do exame. Ressaltamos, que a abordagem desses tópicos também auxilia na interdisciplinaridade, tangenciando tópicos que são vistos em outras disciplinas, como a teoria atômica, meia-vida e radioisótopos, assuntos comumente vistos em química, no EM, e não na disciplina de física.

Vimos que no final do ano letivo os estudantes concluintes estão mais focados e possivelmente interessados em revisar e se aprofundarem nos preparatórios para o vestibular e o ENEM, não poderia ser diferente já que é a etapa final de um longo processo que está completando três anos na Escola e na vida do estudante. Sendo assim, estes tópicos de FMC, que possuem um peso significativamente menor nestes exames, ocupam e exigem do estudante uma dedicação que para ele, naquele momento, possua um baixo custo-benefício. Somando-se a isso, após a realização das provas do ENEM, a rotina na escola se altera de sobremaneira que a frequência efetiva desses alunos em sala de aula cai bastante, resultado aferido qualitativamente durante nossa observação e investigação enquanto bolsistas da Residência Pedagógica.

Os estudantes dos 1º e 2º anos almejam terem mais contato com os tópicos de FMC. Soma-se a isso a importância de formarmos cidadãos capazes de acompanhar e entender os

resultados das tecnologias e dos desenvolvimentos tecnológicos que evoluem cada vez mais rapidamente na nossa sociedade. Os tópicos de FMC estão alinhados e servem bem ao propósito de formar cidadãos críticos, que sejam capazes de reconhecer e lidar com essas novas tecnologias, resultados direta ou indiretamente do desenvolvimento desses mesmos tópicos enquanto ciência.

Possibilitar que estes estudantes de primeiros e segundos anos tenham acesso a esses tópicos de FMC, num período menos “agitado” de sua vida escolar, é, então, uma vantagem para o aluno, que pode se dedicar mais a estudar e entender as relações desses tópicos com a sociedade e suas tecnologias relacionadas. Ademais, isso também é válido para o ensino de física, que tem em mãos a oportunidade de relacionar esses tópicos com tópicos de Física Clássica, tornando a matéria mais atual e, porque não, mais atraente para o estudante.

REFERÊNCIAS

- CHAVES, ALAOR; SHELLARD, RONALD C. (ed.). **Física para o Brasil: pensando o futuro: o desenvolvimento da física e sua inserção na vida social e econômica do país.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2005. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/publicacoes/FisicaBrasil_Dez05.pdf. Acesso em: 16 jan. 2020.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ. Comissão Executiva do Vestibular – CEV. **Vestibular UECE.** Disponível em: <http://www.uece.br/cev/index.php/>. Acesso em: 16 jan. 2020.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **ENEM: provas e gabaritos.** Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/provas-e-gabaritos>. Acesso em: 16 jan. 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. **PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: física.** Brasília, DF: MEC, 2002. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf. Acesso em: 16 jan. 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. **PNLD 2018: guia digital física.** Brasília, DF: MEC. 2018. Disponível em: <https://www.fnede.gov.br/pnld-2018/index.html>. Acesso em: 28 jan. 2020.
- PROJETO político pedagógico. Escola de Ensino Médio Governador Adauto Bezerra. 2012. Fortaleza, CE. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/15f71FJ2buF2S5WCSeGkZQTmOdfn-ASuM/view?usp=sharing> . Acesso em: 16 jan. 2020.
- QUESTIONÁRIO socioeconômico 2016. Escola de Ensino Médio Governador Adauto Bezerra. Fortaleza, CE. Disponível em: https://docs.google.com/spreadsheets/d/155o_bA-in9nN_mayL_-ou-QOgOVYT6YTIRCNUeAgFfk/edit?usp=sharing. Acesso em: 16 jan. 2020.
- REGIMENTO escolar. Escola de Ensino Médio Governador Adauto Bezerra. 2009. Fortaleza, CE. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1QmctLktgIm5XEIKBP7wxS6XIkRpPbkdd/view?usp=sharing>. Acesso em: 16 jan. 2020.
- TERRAZZAN, E. A. A inserção da Física Moderna e contemporânea no ensino de física na escola de segundo grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, Brasil, v. 9, n.3, p. 209-214, 1992. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7392/6785>. Acesso em: 16 jan. 2020.

APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO APLICADO PARA OS ESTUDANTES DO 1º E 2º ANOS.

A Relação dos Estudantes da EEM Governador Adauto Bezerra com a Física Moderna e Contemporânea

Sobre a sua relação com a Física e a FMC no Ensino Médio:

Para cada pergunta escolha uma alternativa que varia conforme a seguinte escala:

- 1 - Discordo totalmente;
- 2 - Discordo Parcialmente;
- 3 - Sou indiferente a respeito;
- 4 - Concordo parcialmente;
- 5 - Concordo Totalmente.

1. A Física no Ensino Médio serve somente para os exames, como os vestibulares e o ENEM.

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente						Concordo Totalmente

2. Eu tive aulas de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no meu Ensino Médio.

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente						Concordo Totalmente

3. Eu gostaria de ter mais aulas de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no meu Ensino Médio.

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente						Concordo Totalmente

Sobre as formas de aprender FMC no Ensino Médio:

Nas questões a seguir avalie cada proposta de acordo com a escala abaixo:

- 1 - Ruim
- 2 - Aceitável
- 3 - Bom
- 4 - Ótimo

I - Aprender com palestras e seminários:

	1	2	3	4	
Ruim					Ótimo

II - Aprender com aulas normais expositivas em sala de aula:

	1	2	3	4	
Ruim					Ótimo

III - Aprender com experimentos no laboratório em horários no contraturno:

	1	2	3	4	
Ruim					Ótimo

IV - Aprender com minicursos e oficinas em horários no contraturno:

	1	2	3	4	
Ruim					Ótimo

V - Aprender debatendo artigos científicos e notícias relacionadas aos tópicos em questão:

	1	2	3	4	
Ruim					Ótimo

Se fosse escolher, qual das formas acima iria preferir para estudar FMC no Ensino Médio?

	I	II	III	IV	V
Forma					

Abaixo, marque apenas VERDADEIRA ou FALSA nas afirmações:

- Eu prefiro estudar os tópicos de FMC em aulas específicas, sem relação com os outros tópicos de Física que vou estudar no Ensino Médio.
- Eu vejo pouca ou nenhuma utilidade para mim em estudar Tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio.

Selecione uma (ou mais opções) para cada afirmação abaixo:

Gostaria de estudar tópicos de FMC principalmente no:

1º Ano	2º Ano	3º Ano	Não Gostaria

Gostaria de estudar tópicos de FMC principalmente no:

1º Bimestre	2º Bimestre	3º Bimestre	4º Bimestre

Ano:

Turma:

Turno:

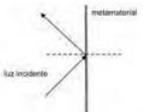
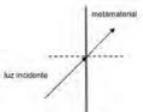
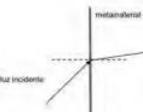
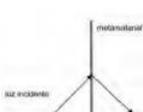
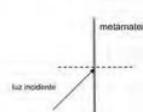
Data da Aplicação:

Sobre os Tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC)

Para cada pergunta, selecione TODOS os itens que julgar necessário.

TÓPICOS	Quais destes tópicos você considera de FMC?	Quais destes tópicos você lembra de já ter tido contato ou estudado no Ensino Médio?	Com quais destes tópicos você já teve contato fora do ambiente da escola? (TV, youtube, revistas, etc)	Selecione os tópicos que para você estão mais conectados com a sociedade e mais relacionados com a sua realidade social.	Selecione os tópicos que para você são mais importantes de serem estudados durante o Ensino Médio.	Quais destes tópicos você gostaria de ter contato e estudar no Ensino Médio?
Origem do Universo e Big Bang						
Fibras ópticas						
Semicondutores e supercondutores						
Lasers						
Efeito Fotoelétrico						
Dualidade onda-partícula						
Radiação de corpo negro						
Relatividade Restrita						
Fissão e Fusão Nuclear						
Raios X e Radioatividade						
Partículas elementares						
Relação entre massa e energia: $E=mc^2$						
Nenhum						

APÊNDICE B: QUESTÕES DE FMC NO ENEM E NO VESTIBULAR DA UECE.

EXAME-EDIÇÃO	ASSUNTO	QUESTÃO
ENEM 2009	NANOMATERIAIS	<p>Questão 40</p> <p>Na manipulação em escala nanométrica, os átomos revelam características peculiares, podendo apresentar tolerância à temperatura, reatividade química, condutividade elétrica, ou mesmo exibir força de intensidade extraordinária. Essas características explicam o interesse industrial pelos nanomateriais que estão sendo muito pesquisados em diversas áreas, desde o desenvolvimento de cosméticos, tintas e tecidos, até o de terapias contra o câncer.</p> <p><small>LACAVA, Z. G. M. MORAIS, P. C. Nanobiotecnologia e Saúde. Disponível em: http://www.comciencia.br (adaptado).</small></p> <p>A utilização de nanopartículas na indústria e na medicina requer estudos mais detalhados, pois</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> A as partículas, quanto menores, mais potentes e radiativas se tornam. <input type="radio"/> B as partículas podem ser manipuladas, mas não caracterizadas com a atual tecnologia. <input type="radio"/> C as propriedades biológicas das partículas somente podem ser testadas em microrganismos. <input checked="" type="radio"/> D as partículas podem atravessar poros e canais celulares, o que poderia causar impactos desconhecidos aos seres vivos e, até mesmo, aos ecossistemas. <input type="radio"/> E o organismo humano apresenta imunidade contra partículas tão pequenas, já que apresentam a mesma dimensão das bactérias (um bilionésimo de metro).
ENEM 2010	NANOMATERIAIS	<p>Questão 84</p> <p>Um grupo de cientistas liderado por pesquisadores do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), nos Estados Unidos, construiu o primeiro metamaterial que apresenta valor negativo do índice de refração relativo para a luz visível. Denomina-se metamaterial um material óptico artificial, tridimensional, formado por pequenas estruturas menores do que o comprimento de onda da luz, o que lhe dá propriedades e comportamentos que não são encontrados em materiais naturais. Esse material tem sido chamado de "canhoto".</p> <p><small>Disponível em: http://www.inovacaotecnologica.com.br. Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).</small></p> <p>Considerando o comportamento atípico desse metamaterial, qual é a figura que representa a refração da luz ao passar do ar para esse meio?</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>A</p>  </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>B</p>  </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>C</p>  </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>D</p>  </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>E</p>  </div> </div>

<p>ENEM 2012 PPL</p>	<p>FÍSICA NUCLEAR</p>	<p>QUESTÃO 65 <hr/></p> <p>Observe atentamente a charge.</p>  <p>Disponível em: http://ocorporesponde.blogspot.com. Acesso em: 14 jun. 2011.</p> <p>Além do risco de acidentes, como o referenciado na charge, o principal problema enfrentado pelos países que dominam a tecnologia associada às usinas term nucleares é</p> <p><input type="radio"/> A a escassez de recursos minerais destinados à produção do combustível nuclear.</p> <p><input type="radio"/> B a produção dos equipamentos relacionados às diversas etapas do ciclo nuclear.</p> <p><input checked="" type="radio"/> C o destino final dos subprodutos das fissões ocorridas no núcleo do reator.</p> <p><input type="radio"/> D a formação de recursos humanos voltados para o trabalho nas usinas.</p> <p><input type="radio"/> E o rigoroso controle da Agência Internacional de Energia Atômica.</p>
<p>ENEM 2013 PPL</p>	<p>FIBRAS ÓPTICAS</p>	<p>QUESTÃO 57 <hr/></p> <p>A banda larga brasileira é lenta. No Japão já existem redes de fibras ópticas, que permitem acessos à internet com velocidade de 1 gigabit por segundo (Gbps), o suficiente para baixar em um minuto, por exemplo, 80 filmes. No Brasil a maioria das conexões ainda é de 1 megabit por segundo (Mbps), ou seja, menos de um milésimo dos acessos mais rápidos do Japão. A fibra óptica é composta basicamente de um material dielétrico (sílica ou plástico), segundo uma estrutura cilíndrica, transparente e flexível. Ela é formada de uma região central envolta por uma camada, também de material dielétrico, com índice de refração diferente ao do núcleo.</p> <p>A transmissão em uma fibra óptica acontecerá de forma correta se o índice de refração do núcleo, em relação ao revestimento, for</p> <p><input type="radio"/> A superior e ocorrer difração.</p> <p><input checked="" type="radio"/> B superior e ocorrer reflexão interna total.</p> <p><input type="radio"/> C inferior e ocorrer reflexão interna parcial.</p> <p><input type="radio"/> D inferior e ocorrer interferência destrutiva.</p> <p><input type="radio"/> E inferior e ocorrer interferência construtiva.</p>
<p>ENEM 2014</p>	<p>EFEITO FOTOELÉTRICO</p>	<p>QUESTÃO 76 <hr/></p> <p>Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.</p> <p>WENDLING, M. <i>Sensores</i>. Disponível em: www2.feg.unesp.br. Acesso em: 7 maio 2014 (adaptado).</p> <p>A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência</p> <p><input type="radio"/> A da luz visível.</p> <p><input type="radio"/> B do ultravioleta.</p> <p><input checked="" type="radio"/> C do infravermelho.</p> <p><input type="radio"/> D das micro-ondas.</p> <p><input type="radio"/> E das ondas longas de rádio.</p>

ENEM 2014 PPL	PARTÍCULAS ELEMENTARES	<p>QUESTÃO 51 =====</p> <p>Partículas beta, ao atravessarem a matéria viva, colidem com uma pequena porcentagem de moléculas e deixam atrás de si um rastro aleatoriamente pontilhado de radicais livres e ions quimicamente ativos. Essas espécies podem romper ainda outras ligações moleculares, causando danos celulares.</p> <p>HEWITT, P. G. <i>Física conceitual</i>. Porto Alegre: Bookman, 2002 (adaptado).</p> <p>A capacidade de gerar os efeitos descritos dá-se porque tal partícula é um</p> <p>A elétron e, por possuir massa relativa desprezível, tem elevada energia cinética translacional.</p> <p>B nêutron e, por não possuir carga elétrica, tem alta capacidade de produzir reações nucleares.</p> <p>C núcleo do átomo de hélio (He) e, por possuir massa elevada, tem grande poder de penetração.</p> <p>D fóton e, por não possuir massa, tem grande facilidade de induzir a formação de radicais livres.</p> <p>E núcleo do átomo de hidrogênio (H) e, por possuir carga positiva, tem alta reatividade química.</p>
ENEM 2015	FÍSICA NUCLEAR	<p>QUESTÃO 73 ◇◇◇◇◇=====</p> <p>A bomba reduz neutros e neutrinos, e abana-se com o leque da reação em cadeia</p> <p>ANDRADE, C. D. <i>Poesia completa e prosa</i>. Rio de Janeiro: Aguilar, 1973 (fragmento).</p> <p>Nesse fragmento de poema, o autor refere-se à bomba atômica de urânio. Essa reação é dita "em cadeia" porque na</p> <p>A fissão do ^{235}U ocorre liberação de grande quantidade de calor, que dá continuidade à reação.</p> <p>B fissão de ^{235}U ocorre liberação de energia, que vai desintegrando o isótopo ^{238}U, enriquecendo-o em mais ^{235}U.</p> <p>C fissão do ^{235}U ocorre uma liberação de nêutrons, que bombardearão outros núcleos.</p> <p>D fusão do ^{235}U com ^{238}U ocorre formação de neutrino, que bombardeará outros núcleos radioativos.</p> <p>E fusão do ^{235}U com ^{238}U ocorre formação de outros elementos radioativos mais pesados, que desencadeiam novos processos de fusão.</p>
ENEM 2015 PPL	EFEITO FOTOELÉTRICO	<p>QUESTÃO 76 =====</p> <p>A figura representa uma embalagem cartonada e sua constituição em multicamadas. De acordo com as orientações do fabricante, essas embalagens não devem ser utilizadas em fornos micro-ondas.</p> <p>polietileno..... alumínio..... polietileno... papel..... polietileno.....</p>  <p>NASCIMENTO, R. M. M. et al. Embalagem cartonada longa vida: lixo ou luxo? <i>Química Nova na Escola</i>, n. 25, maio 2007 (adaptado).</p> <p>A restrição citada deve-se ao fato de a</p> <p>A embalagem aberta se expandir pela pressão do vapor formado em seu interior.</p> <p>B camada de polietileno se danificar, colocando o alumínio em contato com o alimento.</p> <p>C fina camada de alumínio blindar a radiação, não permitindo que o alimento se aqueça.</p> <p>D absorção de radiação pelo papel, que se aquece e pode levar à queima da camada de polietileno.</p> <p>E geração de centelhas na camada de alumínio, que pode levar à queima da camada de papel e de polietileno.</p>

ENEM 2016	FÍSICA NUCLEAR	<p>QUESTÃO 88 =====</p> <p>A magnetohipertermia é um procedimento terapêutico que se baseia na elevação da temperatura das células de uma região específica do corpo que estejam afetadas por um tumor. Nesse tipo de tratamento, nanopartículas magnéticas são fagocitadas pelas células tumorais, e um campo magnético alternado externo é utilizado para promover a agitação das nanopartículas e consequente aquecimento da célula.</p> <p>A elevação de temperatura descrita ocorre porque</p> <p>A o campo magnético gerado pela oscilação das nanopartículas é absorvido pelo tumor.</p> <p>B o campo magnético alternado faz as nanopartículas girarem, transferindo calor por atrito.</p> <p>C as nanopartículas interagem magneticamente com as células do corpo, transferindo calor.</p> <p>D o campo magnético alternado fornece calor para as nanopartículas que o transfere às células do corpo.</p> <p>E as nanopartículas são aceleradas em um único sentido em razão da interação com o campo magnético, fazendo-as colidir com as células e transferir calor.</p>
ENEM 2016 PPL	FÍSICA NUCLEAR	<p>QUESTÃO 87 =====</p> <p>A energia nuclear é uma alternativa aos combustíveis fósseis que, se não gerenciada de forma correta, pode causar impactos ambientais graves. O princípio da geração dessa energia pode se basear na reação de fissão controlada do urânio por bombardeio de nêutrons, como ilustrado:</p> ${}^{235}\text{U} + n \rightarrow {}^{95}\text{Sr} + {}^{139}\text{Xe} + 2n + \text{energia}$ <p>Um grande risco decorre da geração do chamado lixo atômico, que exige condições muito rígidas de tratamento e armazenamento para evitar vazamentos para o meio ambiente.</p> <p>Esse lixo é prejudicial, pois</p> <p>A favorece a proliferação de microrganismos termófilos.</p> <p>B produz nêutrons livres que ionizam o ar, tornando-o condutor.</p> <p>C libera gases que alteram a composição da atmosfera terrestre.</p> <p>D acentua o efeito estufa decorrente do calor produzido na fissão.</p> <p>E emite radiação capaz de provocar danos à saúde dos seres vivos.</p>
ENEM 2016 PPL 2	FÍSICA NUCLEAR	<p>QUESTÃO 90 =====</p> <p>A obtenção de energia por meio da fissão nuclear do ${}^{235}\text{U}$ é muito superior quando comparada à combustão da gasolina. O calor liberado na fissão do ${}^{235}\text{U}$ é 8×10^{10} J/g e na combustão da gasolina é 5×10^4 J/g.</p> <p>A massa de gasolina necessária para obter a mesma energia na fissão de 1 kg de ${}^{235}\text{U}$ é da ordem de</p> <p>A 10^3 g.</p> <p>B 10^4 g.</p> <p>C 10^5 g.</p> <p>D 10^6 g.</p> <p>E 10^9 g.</p>

ENEM 2017	EFEITO FOTOELÉTRICO	<p>QUESTÃO 94</p> <p>Pesquisadores conseguiram estimular a absorção de energia luminosa em plantas graças ao uso de nanotubos de carbono. Para isso, nanotubos de carbono "se inseriram" no interior dos cloroplastos por uma montagem espontânea, através das membranas dos cloroplastos. Pigmentos da planta absorvem as radiações luminosas, os elétrons são "excitados" e se deslocam no interior de membranas dos cloroplastos, e a planta utiliza em seguida essa energia elétrica para a fabricação de açúcares. Os nanotubos de carbono podem absorver comprimentos de onda habitualmente não utilizados pelos cloroplastos, e os pesquisadores tiveram a ideia de utilizá-los como "antenas", estimulando a conversão de energia solar pelos cloroplastos, com o aumento do transporte de elétrons.</p> <p><small>Nanotubos de carbono incrementam a fotossíntese de plantas. Disponível em: http://qtes.igq.unicamp.br. Acesso em: 14 nov. 2014 (adaptado).</small></p> <p>O aumento da eficiência fotossintética ocorreu pelo fato de os nanotubos de carbono promoverem diretamente a</p> <p>A utilização de água. B absorção de fótons. C formação de gás oxigênio. D proliferação dos cloroplastos. E captação de dióxido de carbono.</p>
ENEM 2017	LASERS	<p>QUESTÃO 103</p> <p>Em uma linha de transmissão de informações por fibra óptica, quando um sinal diminui sua intensidade para valores inferiores a 10 dB, este precisa ser retransmitido. No entanto, intensidades superiores a 100 dB não podem ser transmitidas adequadamente. A figura apresenta como se dá a perda de sinal (perda óptica) para diferentes comprimentos de onda para certo tipo de fibra óptica.</p> <p><small>Atenuação e limitações das fibras ópticas. Disponível em: www.gta.ufjf.br. Acesso em: 25 maio 2017 (adaptado).</small></p> <p>Qual é a máxima distância, em km, que um sinal pode ser enviado nessa fibra sem ser necessária uma retransmissão?</p> <p>A 6 B 18 C 60 D 90 E 100</p>
ENEM 2017 PPL	RADIOATIVIDADE	<p>QUESTÃO 126</p> <p>O avanço científico e tecnológico da física nuclear permitiu conhecer, com maiores detalhes, o decaimento radioativo dos núcleos atômicos instáveis, desenvolvendo-se algumas aplicações para a radiação de grande penetração no corpo humano, utilizada, por exemplo, no tratamento do câncer.</p> <p>A aplicação citada no texto se refere a qual tipo de radiação?</p> <p>A Beta. B Alfa. C Gama. D Raios X. E Ultravioleta.</p>

ENEM 2017 PPL	EFEITO FOTOELÉTRICO	<p>QUESTÃO 108</p> <p>A célula fotovoltaica é uma aplicação prática do efeito fotoelétrico. Quando a luz incide sobre certas substâncias, libera elétrons que, circulando livremente de átomo para átomo, formam uma corrente elétrica. Uma célula fotovoltaica é composta por uma placa de ferro recoberta por uma camada de selênio e uma película transparente de ouro. A luz atravessa a película, incide sobre o selênio e retira elétrons, que são atraídos pelo ouro, um ótimo condutor de eletricidade. A película de ouro é conectada à placa de ferro, que recebe os elétrons e os devolve para o selênio, fechando o circuito e formando uma corrente elétrica de pequena intensidade.</p> <p style="text-align: center;"><small>DIAS, C. B. Célula fotovoltaica. Disponível em: http://super.abril.com.br. Acesso em: 16 ago. 2012 (adaptado).</small></p> <p>O processo biológico que se assemelha ao descrito é a</p> <p><input type="radio"/> A) fotossíntese. <input type="radio"/> B) fermentação. <input type="radio"/> C) quimiossíntese. <input type="radio"/> D) hidrólise de ATP. <input type="radio"/> E) respiração celular.</p>
UECE 2015.2 1ª FASE	FIBRAS ÓPTICAS	<p>39. Considere uma fibra ótica distendida ao longo de uma trajetória sinuosa. Uma das extremidades recebe luz que, através da fibra, sai pela outra extremidade. Note que a fibra não segue uma trajetória retilínea. Essa aparente violação dos conceitos de ótica geométrica, a respeito da propagação retilínea da luz, pode ser explicada da seguinte forma:</p> <p>A) a luz no interior da fibra viola os princípios da ótica geométrica. B) a luz no interior da fibra somente se propaga se a fibra estiver disposta em linha reta. C) a luz sofre refrações múltiplas durante sua propagação, havendo apenas uma reflexão total na saída da fibra. D) a luz percorre trajetórias retilíneas no interior da fibra, sofrendo múltiplas reflexões na superfície da fibra até a saída.</p>
UECE 2016.1 1ª FASE	EFEITO FOTOELÉTRICO	<p>39. Um painel solar fotovoltaico, equipamento de uso bastante difundido nos últimos anos de crise energética no Brasil, é utilizado para</p> <p>A) acumular energia luminosa. B) converter energia térmica em elétrica. C) acumular energia térmica. D) converter energia luminosa em elétrica.</p>

<p>UECE 2018.2 2ª FASE</p>	<p>PARTÍCULAS ELEMENTARES</p>	<p>02. Atualmente é bem difundido um exame de tomografia conhecido por PET-CT (acrônimo para <i>Positron Emission Tomography with Computed Tomography</i>). Nesse exame o paciente tem injetado em sua corrente sanguínea uma substância que emite radiação, especificamente na forma de pósitrons, que são detectados por componentes do tomógrafo. Os pósitrons têm a mesma massa do</p> <p>A) próton e carga positiva. B) próton e carga negativa. C) nêutron e carga positiva. D) elétron e carga positiva.</p>
<p>UECE 2018.2 2ª FASE</p>	<p>RELATIVIDADE</p>	<p>03. A mecânica newtoniana não é válida para descrever fenômenos que envolvam</p> <p>A) massas que possam ser tratadas como puntiformes e em velocidades muito menores do que a da luz. B) escala subatômica ou equilíbrio de corpos rígidos. C) velocidades próximas à da luz. D) oscilações harmônicas em sistemas do tipo massa-mola.</p>
<p>UECE 2019.1 2ª FASE</p>	<p>RADIOATIVIDADE</p>	<p>20. Define-se a meia vida de um material radioativo como o tempo para que sua emissão caia à metade. Suponha que uma amostra de material radioativo emitia 120 partículas α por minuto. Depois de 60 dias a amostra passou a emitir 15 partículas α por minuto. A meia-vida da amostra de material radioativo é, em dias, igual a</p> <p>A) 20. B) 40. C) 10. D) 30.</p>