

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA COM HABILITAÇÃO
EM FÍSICA**

FERNANDO TOPAL RAMTHUN

**UMA AVALIAÇÃO SOBRE A ABORDAGEM DO CONTEÚDO DE
FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO EXAME NACIONAL DO
ENSINO MÉDIO**

JARAGUÁ DO SUL, DEZEMBRO DE 2016



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA COM HABILITAÇÃO
EM FÍSICA**

FERNANDO TOPAL RAMTHUN

**UMA AVALIAÇÃO SOBRE A ABORDAGEM DO CONTEÚDO DE
FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO EXAME NACIONAL DO
ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa
Catarina como parte dos requisitos para
obtenção do título de Licenciatura em
Ciências da Natureza com Habilitação em
Física.

Professor Orientador: Luiz Fernando
Moreski

JARAGUÁ DO SUL, DEZEMBRO DE 2016



UMA AVALIAÇÃO SOBRE A ABORDAGEM DO CONTEÚDO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

FERNANDO TOPAL RAMTHUN

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Licenciado em Ciências da Natureza e Física e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Superior de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Jaraguá do Sul, _____ de _____ de 2016

Banca Examinadora:

Nome do Orientador, Titulação

Nome do Membro da Banca, Titulação

Nome do Membro da Banca, Titulação

Nome do Membro da Banca, Titulação



Dedico este trabalho à minha esposa Suzan Renata Adratt Ramthun pela paciência e estímulo que me deu ao longo do período de minha formação.



AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores que me acompanharam e me orientaram (com muita paciência) neste processo de formação, em especial, aos professores Jaison da Maia, Luiz Fernando Morescki, Clodoaldo Machado, Victor Chemello e as professoras Anne C. Bartz, Cátia Regina B. Machado, Adriene Bolzan Duarte, Viviane Grimm e Eliane S. Floriane.



“Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda”.

Paulo Freire

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre os aspectos qualitativos das questões de Física Moderna e Contemporânea (FMC), abordadas no Exame Nacional do Ensino Médio com o objetivo de compreender qual a importância que o ENEM faz desse conteúdo, analisando a frequência que essas questões foram cobradas nas provas entre 2009 e 2015. Foram analisadas um total de 315 questões dos cadernos de Ciências da Natureza, sendo 7 questões de FMC. As questões foram analisadas de acordo com os conceitos, como sugeridos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), e de acordo com as Competências e Habilidades necessárias para a resolução das questões que são sugeridas na Matriz de Referência do ENEM. Foi utilizado como metodologia, a análise de conteúdo de Bardin (1977) para a organização do material pesquisado, excluindo questões onde apareciam FMC no contexto da questão, mas a solução da mesma não dependia desse conteúdo. De acordo com a metodologia, verificou-se que FMC surge de forma inexpressiva nos exames e essas questões estavam relacionadas somente ao tema “Matéria e Radiação”. Não foram identificados, nesta pesquisa, assuntos relacionados ao tema “Universo, Terra e Vida”. Pela análise da Matriz de Referência, os conceitos de FMC, no anexo de conteúdos, não são discriminados e também não são referenciados em outros conteúdos de Física. Com relação às Competências e Habilidades, há uma tendência de contextualização relacionada ao uso de tecnologias e a interação entre a matéria e radiação. Conclui-se, portanto, que a frequência que FMC surge no ENEM não pode ser considerado um fator de mudanças de rumo sobre a abordagem dos conteúdos de Física em sala de aula, como proposto nos PCNEM.

Palavras Chave: ENEM. Ensino de Física. Física Moderna e Contemporânea.

ABSTRACT

This paper presents a study on the qualitative aspects of Modern Physics issues and Contemporary (MPC), addressed the National High School Exam (NHE) in order to understand how important the NHE makes this content, analyzing the frequency that these issues have been charged the tests between 2009 and 2015. We analyzed a total of 315 issues of notebooks of Natural Sciences, and, 7 questions of MPC. The questions were analyzed according to the concepts and interdisciplinary content, as suggested by the National Curriculum Guidelines for High School Education (NCGHSE), and according to the skills and necessary skills for the resolution of questions that are suggested in the Reference Matrix of NHE. It was used as methodology, Bardin (1977) content analysis for the organization of researched material, excluding issues which appeared MPC in the context of the question, but its solution did not depend on the content. According to this methodology, it was found that all published issues arise from MPC blankly exams and the questions were related only to the theme "Matter and Radiation", No subjects related to the theme "Universe, Earth and Life" were identified in this research. Regarding Skills and Abilities, there was a trend of contextualization related to the use of technologies and the interaction between matter and radiation. We conclude therefore that the frequency that MPC appears in NHE can not be considered a factor towards changes on the approach of physics content in the classroom as proposed changes in NCGHSE.

Key-words: Brazilian National High School Exam. Physics Education. Modern Physics an Contemporary.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

FMC – Física Moderna e Contemporânea

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCN+ – O Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

Q30AmP09 – Questão número 30 da prova amarela de 2009

Q41AmP09 – Questão número 41 da prova amarela de 2009

Q67AzP11 – Questão número 67 da prova azul de 2011

Q82BcoP12 – Questão número 82 da prova branca de 2012

Q49AzP13 – Questão número 49 da prova azul de 2013

Q56AmP14 – Questão número 56 da prova amarela de 2014

Q59AmP14 – Questão número 59 da prova amarela de 2014

Q76AmP15 – Questão número 76 da prova amarela de 2015

SUMARIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Objetivo Geral.....	12
1.2 Objetivos Específicos.....	12
2 JUSTIFICATIVA.....	13
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DO.....	17
4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DAS QUESTÕES DO ENEM.....	22
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	27
5.1 Classificação das questões de FMC de acordo com os conceitos e as Competências e Habilidades.....	27
5.1.1 Exame de 2009.....	27
5.1.1.1 Questão 30 do caderno amarelo (Q30Am).....	28
5.1.1.2 Questão 41 do caderno amarelo (Q41Am).....	30
5.1.2 Exame de 2010.....	31
5.1.2.1 Questão 57 do caderno azul.....	32
5.1.3 Exame de 2011.....	33
5.1.4 Exame de 2012.....	33
5.1.4.1 Questão 82 do caderno branco (Q82Bco).....	33
5.1.5 Exame de 2013.....	34
5.1.5.1 Questão 49 do caderno azul (Q49Az).....	34
5.1.6 Exame de 2014.....	36
5.1.6.1 Questão 56 do caderno amarelo (Q56Am).....	36
5.1.6.2 Questão 59 do caderno amarelo (Q59Am).....	37
5.1.7 Exame de 2015.....	38
5.1.7.1 Questão 50 do caderno azul (Q50Az).....	38
5.1.7.2 Questão 76 do caderno azul (Q73Az).....	39
5.2 Análise dos Conceitos e das Competências e Habilidades.....	42
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
7 ANEXOS.....	49
REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta um estudo sobre aspectos qualitativos das questões de Física Moderna e Contemporânea (FMC), abordadas no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Foram analisadas as questões dos exames realizados nos últimos seis anos (2009-2015), em um total de 315 questões de Ciências da Natureza e dessas, 7 questões de FMC. A pesquisa teve como base, a importância que FMC tem para o Ensino Médio e a importância que o ENEM adquiriu ao longo dos anos, como instrumento de avaliação dos alunos egressos do período de escolarização do ensino básico.

A criação do ENEM e a organização curricular do Ensino Médio pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM) e sua posterior reformulação em 2002, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) tem como base a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB, 1996), cujo princípio fundamental é a formação de um cidadão crítico para o exercício de sua cidadania. Nesse princípio, percebe-se, que o ENEM, desde sua criação em 1998, difere de outros sistemas de avaliação, que promovem uma excessiva valorização da memória e dos conteúdos em si. O ENEM coloca o estudante diante de situações-problema e pede que mais do que saber conceitos, ele saiba aplicá-los, valorizando, portanto, a autonomia do aluno.

A importância do ENEM pode ser analisada pelos números de candidatos que fizeram o exame. Em 1998, em sua primeira edição, o exame contou com um modesto número de 157,2 mil inscritos. Em 2005, o ENEM já alcançava a marca histórica de três milhões de inscritos e na sua 17ª edição de 2015 o ENEM já alcançava um total de 8,4 milhões de inscritos. É considerado o segundo maior sistema de avaliação do mundo, ficando somente atrás do exame chinês.

Com relação a metodologia de avaliação, o ENEM se aproxima das propostas das competências e habilidades dos PCNEM, no sentido da utilização desses termos na Matriz de Referência, e a interdisciplinaridade e contextualização

de conceitos passam a ter um caráter prioritário. FMC passa assumir uma colocação privilegiada nos PCNEM, pois das seis áreas temáticas para o ensino de Física, ele passa a fazer parte de dois: “Matéria e Radiação e “Universo, Terra e Vida”. Da proposta à prática, o que se pretende com esta pesquisa é responder as seguintes questões: Com relação aos outros temas estruturadores de Física, FMC aparece nas questões de Ciências da Natureza de acordo com a importância que os PCNEM dão a esse conteúdo? Quais competências e habilidades são cobradas em FMC? As questões de FMC aplicadas no exame envolvem contextualização de acordo com os documentos?

Como metodologia de organização dessa análise documental, na identificação das questões de Física no ENEM, utilizou-se a metodologia de análise de conteúdo de Bardin (1977) que permite-se uma verificação dos conceitos desta pesquisa tanto de forma quantitativa como qualitativa. Nesse procedimento, percebe-se que existem:

“[...] as diferenças na técnica de análise do conteúdo nas abordagens qualitativa e quantitativa. Nas pesquisas qualitativas, o referencial era a presença ou a ausência de características de um dado fragmento, ao passo que nos estudos quantitativos, o referencial era a frequência (dados estatísticos) com que apareciam determinadas características do conteúdo (SANTOS, 2012, p. 384).

Focando os objetivos da pesquisa com a metodologia de análise, quantificaram-se as questões de FMC no período pós-reformulação do ENEM (2009-2015), observando os critérios que os PCNEM utilizam para distinguir os conceitos de FMC dos outros conteúdos de Física, para verificar posteriormente qual é a abordagem que o ENEM utiliza, de acordo com as competências e habilidades utilizadas nos documentos.

O capítulo a seguir considera porque a análise das questões do ENEM que contenham FMC é importante, em outras palavras, qual a razão de se investigar exclusivamente FMC, ao invés da opção de uma pesquisa mais ampla.

1.1 Objetivo Geral

Identificar as questões de FMC nos exames de Ciências da Natureza e suas Tecnologias das provas entre 2009 e 2015, para tentar compreender como o ENEM aplica este conteúdo.

1.2 Objetivos Específicos

- Analisar a frequência em que FMC aparece nos exames em relação aos outros conceitos especificados nas áreas temáticas do PCNEM e PCN+;

- Verificar quais competências e habilidades são cobradas nas questões de FMC aplicadas no exame;

2 JUSTIFICATIVA

A importância de se verificar como os assuntos de FMC estão sendo abordados no ENEM baseia-se no fato de que esse conteúdo faz parte da grade curricular de Física para o Ensino Médio, de acordo com os PCNEM. A versão mais atual dos PCNEM, o PCN+ organiza o ensino de Física em competências e habilidades, cujos conteúdos didáticos estão relacionados por temas estruturadores, entre esses, ‘Matéria e Radiação’ e ‘Universo, Terra e Vida’, dizem respeito exclusivamente a FMC. Esse conceito do Ensino de Física pretende ampliar os objetivos de “saber fazer” imediato (como na proposta tradicional), para a formação de um aluno que esteja preparado “para ser capaz de lidar com situações reais, como por exemplo, crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos, concepções do universo, exames médicos, notícias de jornal, e assim por diante” (BRASIL, 2002, p. 69), e o que motiva essas proposições é a finalidade da educação básica de acordo com o Artigo 22 da LDB/96 – a “formação comum indispensável para o exercício da cidadania” (BRASIL, 1996, p. 12).

Sobre a inclusão de FMC no ensino médio, os PCN+ consideram que o mundo contemporâneo depende cada vez mais de tecnologias associadas à utilização de radiações e microtecnologia e que estamos expostos aos riscos e benefícios que decorrem da utilização dessas tecnologias (Brasil, 2002). Também acrescentam que o aluno do Ensino Médio seja capaz de “confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo”, propiciando “uma visão cosmológica das ciências que lhe permita situar-se na escala do tempo do Universo e acompanhar e admirar as conquistas espaciais” (BRASIL, 2002, p. 78).

A reformulação dos PCNEM, do PCN+ e a conseqüente inclusão de FMC no ensino médio é o resultado de um longo trabalho de educadores e especialistas que concordam com uma mudança de postura em sala de aula, para agregar maior qualidade ao ensino apresentado aos alunos. Para Terrazzan (1992, 1994), a tendência de atualizar o currículo de Física justifica-se pela influência crescente dos conteúdos contemporâneos para o entendimento do mundo criado pelo homem

atual. Pereira (1997) coloca que o mundo contemporâneo é altamente tecnológico e que para compreendê-lo é função da escola incluir no seu currículo os assuntos relevantes para a formação de um cidadão esclarecido sobre o que o cerca e Osterman e Moreira (2005) defendem a inclusão de FMC na escola como necessidade de apresentar as consequências tecnológicas para a nossa sociedade.

Sanches e Neves (2011, p. 7) descrevem ainda, que o ensino tradicional de Física nas escolas é inadequado para uma sociedade moderna porque:

“A Física e seu ensino parecem ter parado ali pelos meados do século XVIII. [...] Em pleno século XXI as intrigantes questões do mundo quântico ou da Cosmologia não encontram na escola e no livro, dito *didático*, um mundo possível de compreensão, diálogo e, sobretudo, interação.

Física Moderna e Contemporânea, portanto, é importante no contexto atual da educação, porque as ciências, de um modo geral não são mais entendidas como exclusivas de um grupo de pessoas limitadas dentro de um laboratório cuja linguagem só poderia ser compreendida por esse grupo, ou necessária apenas aos interessados na engenharia e áreas afins. A compreensão da Física, na visão atual do conhecimento, tem um caráter de inclusão social, com “elementos para que se possa entender melhor o mundo a nossa volta, sendo importantes para a construção de uma sociedade mais crítica e comprometida com o destino de todos os seres” (CARVALHO JR. 2002, p. 15).

Diante dos fatos apresentados sobre o ensino de FMC, o ENEM deve ser uma possibilidade de indução das mudanças curriculares em sala de aula que valorizem os princípios de interdisciplinaridade e contextualização descritos nas competências e habilidades sugeridas pelos PCNEM e no PCN+ do Ministério da Educação. Pela análise da Matriz de Referência do ENEM de 2009 e de seu anexo dos conteúdos (Brasil, 2009), há aspectos que comprometem o desenvolvimento de mudanças qualitativas na educação, como diagnosticado por Maceno et al (2011) ao comparar os conteúdos didáticos organizados na Matriz de Referência. Nesse artigo, Maceno et al (2011) criticam o fato de os objetos de conhecimento descritos no anexo de conteúdos estarem listados de forma linear e fragmentada e de contradizer o que se

propõe os PCNEM. Conclui ainda que se tais anexos correspondem aos currículos praticados nas escolas, o ensino seria:

“[...] fragmentado, descontextualizado, desarticulado da realidade social, linear e propedêutico. Além disso, perpassa a ideia que as instituições federais que propuseram tal anexo veem o ensino praticado dessa forma [...]. Tal anexo pode gerar ainda, outros possíveis problemas: a dificuldade de compreensão dos professores e de interpretações equivocadas da proposta, [...] resultando em mais dúvidas do que certezas ou contribuindo para a banalização da proposta do exame e não induzir às transformações curriculares nem pedagógicas” (MACENO, et al, 2011, p. 157).

Tal anexo de conteúdos citados acima, são incongruentes também na proposta dos componentes de Física e talvez, mais problemático, pelo fato da Matriz de Referência do ENEM não citar nenhum conteúdo de FMC (ver anexo 02). A não conformidade entre os PCN+ e a Matriz de Referência é a razão da investigação sobre FMC no ENEM, pois se entende que a proposta curricular e o ENEM sejam um referencial virtuoso, tanto na formação dos professores que irão aplicar o conteúdo de FMC no ensino médio, tanto no livro didático, cujo material deve aproximar-se das competências e habilidades sugeridas pelos PCN+ sobre FMC, como na própria escola, cujo desempenho acadêmico dos alunos no ENEM passou a ser referencial de qualidade de educação dessas instituições de ensino. Além disso, o Ministério da Educação reconhece o ENEM como parte de uma estrutura para a reforma no ensino escolar:

“O ENEM tem ainda, papel fundamental na implementação da Reforma do Ensino Médio, ao apresentar, nos itens da prova, os conceitos e situações-problema, interdisciplinaridade e contextualização, que são, ainda, mal compreendidos e pouco habituais na comunidade escolar. A prova do ENEM, ao entrar na escola, possibilita a discussão entre professores e alunos dessa nova concepção de ensino preconizada pela LDB, pelos Parâmetros Curriculares Nacionais e pela Reforma do Ensino Médio, norteadores da concepção do Exame” (BRASIL, 2005, p. 8).

Neste último quesito, Gonçalves e Barroso, 2014, expõem que a política de avaliação das escolas no Brasil por meio do desempenho dos alunos no ENEM, passou a gerar polêmicas e preocupações ao possibilitar a responsabilização e comparação entre as escolas e a determinar, direta ou indiretamente, o currículo a ser ensinado pelos professores e ditando o perfil dos alunos que ingressam nas

universidades, ou seja, a tendência de se fazer um ensino voltado para o aluno ter uma boa pontuação no ENEM é preocupante, pois retoma velhas práticas de que tanto os PCN+ criticam atualmente.

Sobre como as questões estão sendo abordadas no ENEM, vários autores que pesquisaram sobre as questões de Física no exame, concordam que há uma sintonia do que se é cobrado e do que se é avaliado, mas há problemas. Hernandes e Martins (2013, p. 81), verificam que as questões de Física do ENEM, embora se aproximem da proposta dos PCN e PCN+, ainda assim percebem-se “questões tradicionais de Física, apresentadas em ‘contextos’ desnecessários para sua solução”. Silveira, et al (2014, p. 474) constatam que, sobre a alegada interdisciplinaridade nas Ciências da Natureza do ENEM de 2013, cada uma das 45 questões é “classificável de forma mutuamente excludente em cada uma das três disciplinas universalmente reconhecidas [...] e preponderam nas últimas edições do ENEM questões de Mecânica (13 em 30 questões) e NENHUMA questão de Física Moderna!”. Conclui ainda que há excesso de contextualização e “proposições esdrúxulas de situações do cotidiano” além do que classifica como “outros vícios” como a “incompetência na formulação das questões de física” serem complementadas por “irresponsabilidade intelectual e pedagógica”.

Gonçalves Jr. e Barroso (2014, p. 11) verificam que muitas questões de Física no ENEM privilegiam alguns conteúdos, como os conceitos de Eletricidade e Termodinâmica que podem produzir “sérias distorções no currículo de Física no Ensino Médio do Brasil”, ou seja, que os professores optem pela escolha de conteúdos relacionados a Eletricidade e Termodinâmica (que têm maior probabilidade de aparecer no exame) em detrimento de conceitos como de FMC, que aparecem com uma menor frequência.

Apesar dos problemas levantados pelos autores citados acima, há um consenso de que a metodologia do ENEM tem princípios catalisadores para um processo motivador de mudanças no ensino escolar.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a análise de como são abordados os conceitos de FMC no ENEM, verificou-se os PCNEM, que inclui sugestões de como o FMC deve ser aplicado no Ensino Médio, e a Matriz de Referência do ENEM, que estabelece como as questões são aplicadas, com o objetivo de compreender os critérios adotados pelo governo, que resultaram na reformulação do sistema de avaliação do Ensino Médio a partir de 2009.

Com base na Constituição Federal de 1988 e na LDB de 1996 a educação é um direito de todos e um dever do estado. É com base nessa garantia que o Ministério da Educação justifica a metodologia do ENEM fundamentada em competências e habilidades como motivadora de práticas educacionais que atendam a crescente inclusão de novos alunos no sistema de ensino. O modelo tradicional, anterior ao ENEM, embora produza escolas de excelência, exclui justamente os grupos de maior vulnerabilidade social. O modelo tradicional pressupõe requisitos necessários para se fazer parte desse pequeno grupo por meio de uma avaliação excludente, 'darwiniana' e reprodutora das desigualdades. Os vestibulares, tanto das universidades públicas como privadas, faziam parte dessa cultura, e como consequência, limitava o acesso ao ensino superior, com a justificativa do merecimento por esforço, a chamada "meritocracia".

"Na escola da excelência, certos domínios no plano da conduta ou convivência social (educação, respeito, disciplina, limites, etc.) e no plano intelectual (estudo, compreensão, realização das tarefas) são condições prévias ou pré-requisitos fundamentais. Espera-se que os alunos tenham isso de partida e que continuem assim durante toda a trajetória escolar. Se no caminho alguns se desviam ou perdem tais virtudes terão que superar logo, ao preço de serem excluídos e virem fracassados seus objetivos" (BRASIL, 2005, p.14).



Fig. 01: Classe Média e a Meritocracia
Fonte: Blog do Tarso

Com as novas regras estabelecidas na lei, houve um aumento expressivo de alunos matriculados na educação básica, mas os padrões de educação e modelos de ensino nas escolas públicas permaneciam o mesmo, além do que, novos desafios começaram a ser enfrentados, ao passo que milhares de excluídos começaram a fazer parte do sistema educacional de ensino.

Na escola para todos, podem entrar crianças com toda a sorte de limitações ou dificuldades. Seus pais, sua condição de vida, podem ter todas as combinações ou formas de expressão, não importando se isso será favorável ou não ao trabalho escolar” (BRASIL, 2005, p. 14).

A figura 01 a seguir apresenta a taxa de frequência escolar no período de 2001 a 2012, tanto no ensino fundamental:

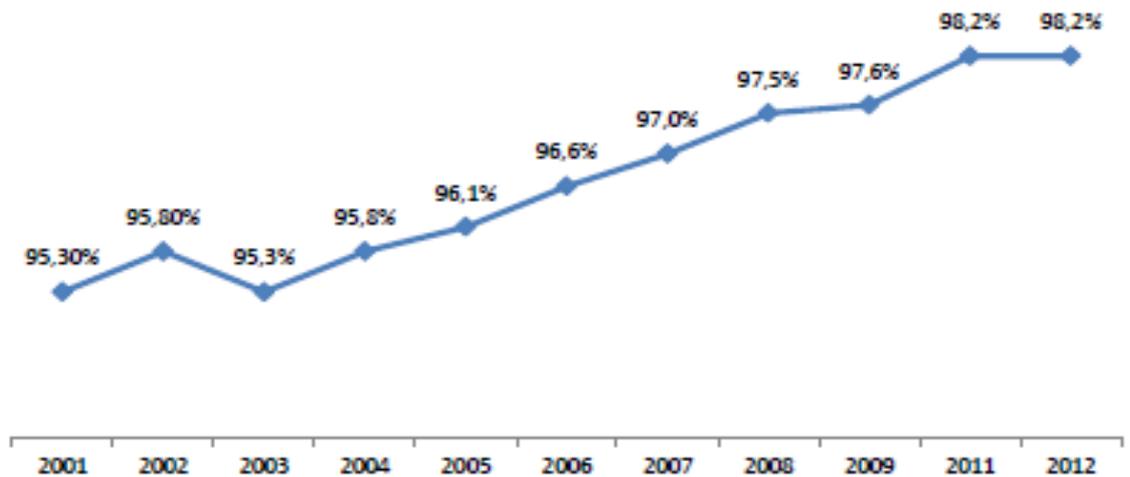


Figura 01: Taxa de frequência a escola (ensino fundamental)
Fonte: Relatório de educação para todos

A figura 02 apresenta a taxa de frequência escolar no período de 2001-2012, no ensino médio:

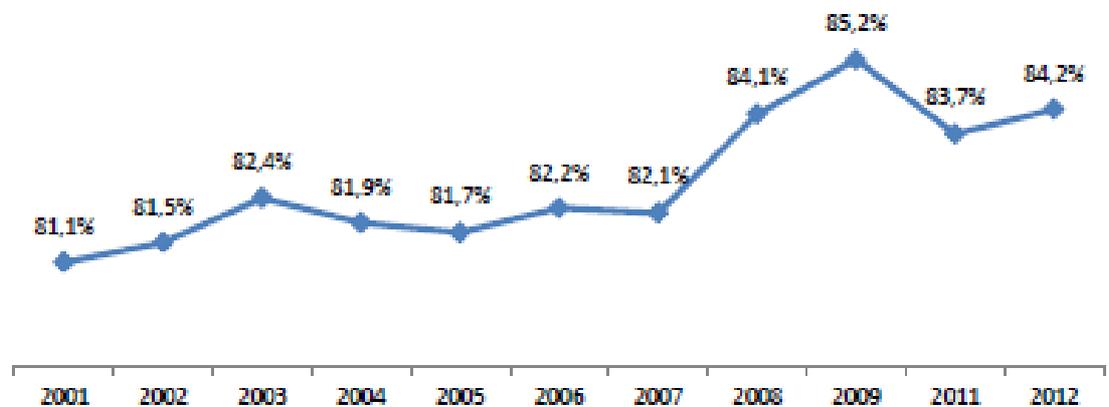


Figura 02: Taxa de frequência à escola
Fonte: Relatório Educação para todos no Brasil 2000-2015

Em resposta a essa abrangência e evolução de alunos matriculados na rede de ensino básico no Brasil, o Ministério da Educação começou a criar mecanismos para aferir a qualidade da educação nas Instituições de Ensino. Os resultados foram os PCN, PCNEM e PCN+, que organizam a grade curricular com sugestões e orientações do conteúdo didático do ensino básico, e o ENEM, com o objetivo de avaliar e quantificar a evolução da qualidade de ensino que se espera das instituições.

As questões apresentadas no ENEM tem como ênfase a

“aferição das estruturas mentais com as quais construímos continuamente o conhecimento e não apenas na memória, que, importantíssima na constituição dessas estruturas, sozinha não consegue fazer-nos capazes de compreender o mundo em que vivemos” (BRASIL, 2005, p. 7)

O documento que descreve a metodologia do ENEM, “Fundamentação Teórico-Metodológica” (Brasil, 2005) complementa que o objetivo da avaliação é medir e qualificar as interações das relações que estabelecemos com o conhecimento de forma física e social desde o nascimento, ou seja, muda-se o discurso de que o aluno é como um quadro em branco e que o trabalho do professor é o de preencher esse quadro, para uma metodologia baseada no princípio de que o aluno chega à escola com suas próprias ideias e conceitos sobre as coisas, e de que o papel do professor é da mediação e construção do conhecimento a partir dos conhecimentos prévios desses alunos.

A metodologia de ensino baseada nos conhecimentos prévios dos alunos (construtivismo), é aceita mundialmente como modelo mais adequado de ensino para a educação em massa. No ENEM, as competências e as habilidades (e seus homônimos nos PCNEM) nada mais são do que as ferramentas dessa metodologia. Como exemplo, BRASIL 2005 explica que, no sentido específico da palavra, competência pode significar o talento, o dom ou facilidade, adquirido por alguém, para alguma atividade e que está ligada ao processo de construção do conhecimento para uma aprendizagem significativa de determinados conceitos que sem os quais, esse processo estará comprometido em determinado ponto da aprendizagem escolar. Brasil (2005, p. 30) complementa ainda, que competência “é

desafiar o sujeito a mobilizar os recursos no contexto de situação-problema para tomar decisões favoráveis ao seu objetivo ou metas”. Nesse contexto, classifica-se uma situação-problema numa avaliação como uma pergunta, cujas respostas estão em forma de alternativas, das quais apenas uma corresponde ao enunciado, cabendo ao aluno avaliado, tomar uma decisão e fazer uma escolha com base em seu julgamento da resposta mais adequada.

Vale ressaltar neste ponto, a diferença fundamental entre o vestibular tradicional é a proposição de situações-problemas de uma contextualização. “A situação-problema propõe uma forma de interação do aluno com uma questão a ser resolvida, não como se ele fosse uma máquina, mas uma pessoa” (BRASIL, 2005, p.32). O foco do novo ENEM é criar situações-problemas com base no grau de autonomia crítica do aluno, fundamentado na perspectiva de que a escola e o processo de escolarização adquirido por esse aluno ofereçam os meios e os recursos necessários para atingir tal objetivo.

Na contextualização das questões do ENEM os conteúdos podem aparecer em situações que envolvam elementos associados a mais de uma disciplina. Brasil (2005) justifica que há um consenso de que a fragmentação dos objetos de conhecimento nas diversas áreas “tem-se revelado crescentemente desorientadora e conduzindo a certas especializações” e “parece cada vez mais difícil o enquadramento de fenômenos que ocorrem fora da escola no âmbito de uma única disciplina”, portanto, a ideia de interdisciplinaridade “tende a transformar-se em bandeira aglutinadora na busca [...] da reconstrução da unidade perdida (BRASIL, 2005, p.42). Dentro desse raciocínio, as áreas de conhecimento (Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Linguagens, Códigos e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias) foram construídas explicitamente levando em consideração a interdisciplinaridade entre essas áreas, ou seja, “o sentido da existência das áreas de conhecimento foi interpretado como uma primeira articulação interdisciplinar, precursora de uma necessária articulação entre as áreas” (BRASIL, 2005, p.62). De uma maneira resumida, compreende-se que a reformulação do ensino tem como princípio a contextualização dos conceitos escolares que garanta a aprendizagem de competências e habilidades específicas em cada área de conhecimento.

4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DAS QUESTÕES DO ENEM

Para análise das questões de pesquisa, levou-se em consideração a quantidade de provas que serão analisadas e os cadernos diferenciados por cores de cada exame. Na identificação dessas questões, utilizaram-se os seguintes critérios: de acordo com os números das questões utilizaram-se as siglas Q20, Q21,... etc.; de acordo com a cor prova, onde “Az”, significa azul, “Bco” significa branco e “Am” significa amarelo e de acordo com o ano da prova, onde as siglas P10, P11,...etc, significam “prova 2010”, “prova 2011”, etc. Desse modo Q20AzP10 significa que a questão identificada foi a 20 do caderno Azul do exame de 2010.

Na identificação dos conceitos de FMC no ENEM, é necessário considerar, primeiramente, quais conceitos de FMC são cobrados no Ensino Médio, de acordo com os PCNEM (ver anexo 01), para em seguida identificar as questões no ENEM e classificá-las de acordo com as competências e habilidades propostas na Matriz de Referência. Para o processo de organização do trabalho, utilizou-se a análise de conteúdo de Bardin (1977). Nesta metodologia, levou-se em consideração o conjunto de documentos verificados (Matriz de Referência do ENEM, PCNEM, PCN+, LDB/1996 etc.) de forma orientadora no processo de levantamento das hipóteses (de que forma o ENEM aborda o conteúdo de FMC). O perfil da pesquisa impõe uma metodologia rigorosa devido ao caráter documental analisado (documentos oficiais) em relação a um instrumento de análise do governo para o Ensino Médio (ENEM). Pode-se dizer portanto que:

“Apelar para estes instrumentos de investigação laboriosa de documentos, é situar-se ao lado daqueles que, de Durkheim a P. Bourdieu passando por Bachelard, querem dizer não “à ilusão de transparência” dos fatos sociais, recusando ou tentando afastar os perigos da compreensão espontânea. É igualmente “tornar-se desconfiado” relativamente aos pressupostos, lutar contra a evidência do saber subjetivo, destruir a intuição em proveito do “construído”, rejeitar a tentação da sociologia ingênua, que acredita poder aprender intuitivamente as significações dos protagonistas sociais, mas que somente atinge a projeção da sua própria subjetividade” (BARDIN, 1977, p. 28).

O estudo sobre a metodologia de Bardin (1977), organizado por Santos (2012), dispõe sobre a análise de conteúdo com regras para a investigação. De acordo com estas regras, o material de pesquisa pode ser verificado por etapas. As regras adotadas nesta pesquisa encontram-se na pré-análise e exploração do material. A pré-análise, segundo Santos (2012), é um processo de enumeração de regras, de seleção de regras de contagem e de unidades de registro (palavras, temas ou outras unidades) que podem ser significativas ou não na análise de conteúdo. Nessa regra, utilizaram-se os PCNEM como parâmetro de classificação de conteúdos de FMC e foram excluídas as questões com apenas informações sobre FMC.

Na etapa 02 (Exploração do material), segundo SANTOS, 2012, p. 13, a análise de conteúdo “ocupa-se em trabalhar com assuntos relacionados ao tópico de inferência”. Essa inferência relaciona-se como técnica de tratamento de resultados de acordo com os polos de comunicação. Os tópicos de inferência à FMC relacionam-se às competências e habilidades descritas na Matriz de Referência do ENEM, necessárias ao candidato para resolver a questão de acordo com a abordagem dos conteúdos (cotidiano, avanço científico, etc.). O quadro 01 descreve as competências e habilidades de área 01 do conteúdo de Física dentro da área de Ciências da Natureza e de acordo com a Matriz de Referência:

Competência de área 01 – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.

H1 – Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos.

H2 – Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro, com correspondente desenvolvimento científico e tecnológico.

H3 – Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas.

H4 – Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.
--

O quadro 02 apresenta as competências 02 e 03 da Matriz de Referência associados ao funcionamento de aparelhos elétricos e associados a questões ambientais no contexto científico-tecnológico:

Competência de área 02 – Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.
H5 – Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.
H6 – Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum.
H7 – Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.
Competência de área 03 – Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.
H8 – Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos.
H9 – Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos.
H10 – Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e(ou) destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais.
H11 – Reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia, considerando estruturas e processos biológicos envolvidos em produtos biotecnológicos.
H12 – Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.

Quadro 02 – Competências e habilidades de Ciências da Natureza – C02 e C03
 Fonte: BRASIL, 2015, p. 08-11.

As competências 05 e 06, a seguir (quadro 03), relacionam conceitos de Física levando-se em consideração a interdisciplinaridade de assuntos relacionados à interação entre a matéria e radiação:

Competência de área 05 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.
H17 – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.
H18 – Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.
H19 – Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.
Competência de área 06 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.
H20 – Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.
H21 – Utilizar leis físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e(ou) do eletromagnetismo.
H22 – Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais.
H23 – Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.

Quadro 03 – Competências e habilidades de Ciências da Natureza – C05 e C06
 Fonte: BRASIL, 2015, p. 08-11.

Na análise da abordagem das questões de FMC por competências e habilidades, uma questão pode ter uma ou mais habilidades e não necessariamente na mesma competência. Uma contextualização hipotética sobre o uso de armas nucleares, por exemplo, poderia implicar tanto a habilidade H22, da competência 06, como a habilidade H2 da competência 01. Portanto, na classificação das questões,

uma mesma questão pode aparecer classificada em mais de um critério de análise se essas habilidades forem necessárias para a solução da questão.

Na Etapa 3 (Tratamento dos resultados) será verificado a abordagem das questões de FMC conforme Quadro 2:

PESQUISA	FONTE DE INFORMAÇÃO	INSTRUMENTOS DE COLETA
1. Com relação aos temas estruturadores de Física, FMC aparece nas questões de Ciências da Natureza de acordo com a importância que os PCNEM dão a esse conteúdo?	Material do Enem disponível de 2009 à 2015.	Pré-análise/documental
2. Quais competências e habilidades são cobradas em FMC?	Material do Enem disponível de 2009 à 2015.	Bibliográfica/documental
3. As questões de FMC aplicadas no exame são contextualizadas de acordo com os documentos?	Material do Enem disponível de 2009 à 2015.	Bibliográfica/documental
4. Quais problemas de contextualização podem ser identificados nas questões do ENEM?	Material do Enem disponível de 2009 à 2015.	Análise documental

Quadro 04 – Questões de pesquisa –
Fonte: Acervo do acadêmico

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O quadro a seguir apresenta as questões de FMC em relação às questões de Física no caderno de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no período de 2009 à 2015:

PROVA	Física	FMC
2009	18	2
2010	8	1
2011	13	0
2012	15	1
2013	16	1
2014	15	2
2015	15	2

Quadro 05: Questões de FMC em relação aos outros conteúdos de Ciências da Natureza.

Fonte: Acervo do acadêmico

5.1 Classificação das questões de FMC de acordo com os conceitos e as Competências e Habilidades

Dos cadernos de Ciências da Natureza aplicados no período de 2009 a 2015, organizaram-se as questões de FMC de acordo com a contextualização. Várias questões apresentaram na contextualização conceitos sobre buracos negros, telefones celulares, etc., mas não eram necessários para a resolução e, portanto, não foram consideradas. Sobre as questões que foram consideradas, foram classificadas de acordo com as Unidades Temáticas propostas no PCNEM para este conteúdo: “Matéria e Radiação” e “Universo, Terra e Vida” e de acordo com as Competências e Habilidades sugeridas na Matriz de Referência do ENEM.

5.1.1 Exame de 2009

O caderno de Ciências da Natureza de 2009 apresentou 18 questões de Física e destas, 02 foram sobre FMC, a saber:

5.1.1.1 Questão 30 do caderno amarelo (Q30Am)

Considere um equipamento capaz de emitir radiação eletromagnética com comprimento de onda bem menor que a radiação ultravioleta. Suponha que a radiação emitida por esse equipamento foi apontada para um tipo específico de filme fotográfico e entre o equipamento e o filme foi posicionado o pescoço de um indivíduo. Quanto mais exposto à radiação, mais escuro se torna o filme após a revelação. Após acionar o equipamento e revelar o filme, evidenciou-se a imagem mostrada na figura abaixo.



Dentre os fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e os átomos do indivíduo que permitem a obtenção desta imagem inclui-se a

A absorção da radiação eletromagnética e a consequente ionização dos átomos de cálcio, que se transformam em átomos de fósforo.

B maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de cálcio que por outros tipos de átomos.

C maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de carbono que por átomos de cálcio.

D maior refração ao atravessar os átomos de carbono que os átomos de cálcio.

E maior ionização de moléculas de água que de átomos de carbono.

A questão faz referência à interação entre a matéria e radiação dos conceitos sugeridos no PCNEM do TEMA 05: “Matéria e Radiação” em concordância com a unidade temática 03 (Energia nuclear e radioatividade) (ver anexo 01), sobre “avaliar os efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção, da radioatividade e radiações ionizantes”. No anexo de conteúdos da Matriz de Referência (ver anexo 02) não foi encontrado o conceito relacionado para a resolução da questão.

De acordo com as Competências e Habilidades a questão Q30Am foi classificada tanto na competência C01 (Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade), como na competência 06 (Apropriar-se de conhecimentos da Física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico tecnológicas). O fator determinante dessa classificação encontra-se na necessidade de se compreender “os fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e os átomos do indivíduo” para a resolução da questão. Ou seja, compreender o funcionamento de um equipamento satisfaz o caráter econômico e social de utilização de uma tecnologia da competência C01, tanto como o aspecto da interpretação científico-tecnológica na competência C06. Com respeito às habilidades necessárias, H2 (Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro, com correspondente desenvolvimento científico e tecnológico) e H18 (Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam) e H22 (Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a

matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais) foram consideradas devido à associação entre a tecnologia e saúde e a relação entre radiação e matéria.

5.1.1.2 Questão 41 do caderno amarelo (Q41Am)

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 nano materiais que estão sendo muito pesquisados em diversas áreas, desde o desenvolvimento de cosméticos, tintas e tecidos, até o de terapias contra o câncer.

LACAVA, Z. G. M; MORAIS, P. C. Nano biotecnologia e Saúde. Disponível em:
<http://www.comciencia.br> (adaptado).

A utilização de nano partículas na indústria e na medicina requer estudos mais detalhados, pois

A *as partículas, quanto menores, mais potentes e radiativas se tornam.*

B *as partículas podem ser manipuladas, mas não caracterizadas com a atual tecnologia.*

C *as propriedades biológicas das partículas somente podem ser testadas em microrganismos.*

D *as partículas podem atravessar poros e canais celulares, o que poderia causar impactos desconhecidos aos seres vivos e, até mesmo, aos ecossistemas.*

E *o organismo humano apresenta imunidade contra partículas tão pequenas, já que apresentam a mesma dimensão das bactérias (um bilionésimo de metro).*

A questão foi classificada na unidade temática 01 (Matéria e suas propriedades) com os conceitos “Utilizar os modelos atômicos propostos para a constituição da matéria para explicar diferentes propriedades dos materiais (térmicas, elétricas, magnéticas etc.)” e “Relacionar os modelos de organização dos átomos e moléculas na constituição da matéria às características macroscópicas

observáveis em cristais, cristais líquidos, polímeros, novos materiais etc.” além de conceitos relacionados à Biologia devido às implicações ainda desconhecidas do avanço científico relacionado à pesquisa com nano materiais.

Verifica-se a necessidade da competência C01 e C06 pois é necessário compreender a interação e manipulação dos nano-materiais a nível celular implica relacionar as tecnologias como construções humanas (C01) e identificar uma situação problema da tecnologia (C06). A habilidade H9 (Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos) devido à processos ainda desconhecidos em relação aos nano materiais no corpo humano, H20 (Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes) foi considerada pelas “causas e efeitos dos movimentos das partículas e substâncias” e H22 (Compreender fenômenos decorrentes da interação entre radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais) por sua característica interdisciplinar com a biologia no estudo de permeabilidade celular da membrana plasmática. Além disso, H23 (Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, também relaciona-se a esta questão devido as implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas) foi considerada pelas implicações éticas e ambientais ainda desconhecidas que o uso dos nano-materiais poderiam representar numa utilização em nível industrial e medicinal.

5.1.2 Exame de 2010

O caderno analisado refere-se à segunda aplicação do Exame. Analisou-se o caderno azul de Ciências da Natureza e nenhuma questão de FMC foi aplicada. A questão Q57Az faz referência ao conteúdo, mas não é necessária a compreensão de FMC para a resolução da questão.

5.1.2.1 Questão 57 do caderno azul (Q57Az)

Atualmente, existem inúmeras opções de celulares com telas sensíveis ao toque (touchscreen). Para decidir qual escolher, é bom conhecer as diferenças entre os principais tipos de telas sensíveis no mercado. Existem dois sistemas básicos usados para reconhecer o toque de uma pessoa:

- O primeiro sistema consiste de um painel de vidro normal, recoberto por duas camadas afastadas por espaçadores. Uma camada resistente a riscos é colocada por cima de todo o conjunto. Uma corrente elétrica passa através das duas camadas enquanto a tela está operacional. Quando um usuário toca a tela, as duas camadas fazem contato exatamente naquele ponto. A mudança no campo elétrico é percebida, e as coordenadas do ponto de contato são calculadas pelo computador.*
- No segundo sistema, uma camada que armazena carga elétrica é colocada no painel de vidro do monitor. Quando um usuário toca o monitor com seu dedo, parte da carga elétrica é transferida para o usuário, de modo que a carga na camada que a armazena diminui. Esta redução é medida nos circuitos localizados em cada canto do monitor. Considerando as diferenças relativas de carga em cada canto, o computador calcula exatamente onde ocorreu o toque.*

*Disponível em: <http://eletronicos.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 18 set. 2010
(adaptado).*

O elemento de armazenamento de carga análogo ao exposto no segundo sistema e a aplicação cotidiana correspondente são, respectivamente,

A receptores — televisor.

B resistores — chuveiro elétrico.

C geradores — telefone celular.

D Fusíveis — caixa de força residencial.

E capacitores — flash de máquina fotográfica.

Embora o contexto da questão faça referência a uma tecnologia moderna, essa questão não foi considerada de FMC pois os conceitos necessários para a sua resolução são de Eletrodinâmica (capacitores – flash de máquina fotográfica).

5.1.3 Exame de 2011

No exame de 2011, nenhuma questão de FMC foi aplicada.

5.1.4 Exame de 2012

Das 45 questões de Ciências da Natureza aplicadas no exame de 2012, somente a questão Q82Bco foi considerada FMC.

5.1.4.1 Questão 82 do caderno branco (Q82Bco)

A falta de conhecimento em relação ao que vem a ser um material radioativo e quais os efeitos, consequências e usos da irradiação pode gerar o medo e a tomada de decisões equivocadas, como a apresentada no exemplo a seguir.

“Uma companhia aérea negou-se a transportar material médico por este portar um certificado de esterilização por irradiação.”

Física na Escola, v. 8, n. 2, 2007 (adaptado).

A decisão tomada pela companhia é equivocada, pois

A *o material é incapaz de acumular radiação, não se tornando radioativo por ter sido irradiado.*

B *a utilização de uma embalagem é suficiente para bloquear a radiação emitida pelo material.*

C *a contaminação radioativa do material não se prolifera da mesma forma que as infecções por microrganismos.*

D *o material irradiado emite radiação de intensidade abaixo daquela que ofereceria risco à saúde.*

E o intervalo de tempo após a esterilização é suficiente para que o material não emita mais radiação.

A questão Q82Bco foi considerada FMC na unidade temática 03 (Energia nuclear e radioatividade) com os conceitos “Compreender as transformações nucleares que dão origem à radioatividade para reconhecer sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos”, “Conhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina” e “ Avaliar os efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção, da radioatividade e radiações ionizantes”. É necessário conceitos de FMC para compreender que a irradiação não possui caráter cumulativo e não oferece risco a saúde.

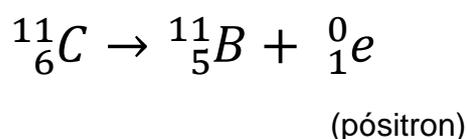
A Competência considerada foi a C06 pois é necessário compreender a interação entre a radiação ionizante e a matéria. A habilidade H22 e H23 foram consideradas devido às implicações éticas e sociais envolvidas no uso de radiação.

5.1.5 Exame de 2013

Das 45 questões de Ciências da Natureza aplicadas no exame de 2013, somente a questão Q49Az foi considerada de FMC.

5.1.5.1 Questão 49 do caderno azul (Q49Az)

Glicose marcada com núclídeos de carbono-11 é utilizada na medicina para se obter imagens tridimensionais do cérebro, por meio de tomografia de emissão de pósitrons. A desintegração do carbono-11 gera um pósitron, com tempo de meia-vida de 20,4 min, de acordo com a equação da reação nuclear:



A partir da injeção de glicose marcada com esse nuclídeo, o tempo de aquisição de uma imagem de tomografia é de cinco meias-vidas.

Considerando que o medicamento contém 1,00 g do carbono-11, a massa, em miligramas, do nuclídeo restante, após a aquisição da imagem, é mais próxima de

A 0,200.

B 0,969.

C 9,80.

D 31,3.

E 200

A questão Q49Az foi considerada FMC na unidade temática 03 (Radiações e suas interações) com os conceitos “Compreender as transformações nucleares que dão origem à radioatividade para reconhecer sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos”, “Conhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina” e “Avaliar os efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção, da radioatividade e radiações ionizantes”. É necessário conceitos de FMC para compreender o decaimento radioativo e a meia-vida de elementos radioativos.

A Competência considerada foi a C06 (Apropriar-se de conhecimentos da Física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico tecnológicas) pois é necessário compreender o cálculo do decaimento radioativo de certos elementos químicos. Somente a habilidade H22 foi considerada, porque, apesar do contexto da questão fazer uma relação do uso de um material radioativo injetado no corpo humano, a resolução da questão trata somente do decaimento radioativo do elemento citado.

5.1.6 Exame de 2014

O exame de 2014 apresentou duas questões de FMC no caderno amarelo. As questões consideradas foram a Q56Am e a questão Q59Am.

5.1.6.1 Questão 56 do caderno amarelo (Q56Am)

A elevação da temperatura das águas de rios, lagos e mares diminui a solubilidade do oxigênio, pondo em risco as formas de diversas formas de vida aquática que dependem desse gás. Se essa elevação de temperatura acontece por meios artificiais, dizemos que existe poluição térmica. As usinas nucleares, pela própria natureza do processo de geração de energia, podem causar esse tipo de poluição.

Que parte do ciclo de geração de energia das usinas nucleares está associada a esse tipo de poluição?

- A** *Fissão do material radioativo.*
- B** *Condensação do vapor d'água no final do processo.*
- C** *Conversão de energia das turbinas pelos geradores.*
- D** *Aquecimento da água líquida para gerar vapor d'água.*
- E** *Lançamento do vapor d'água sobre as pás das turbinas.*

A questão Q56Am foi considerada FMC na unidade temática 02 (Radiações e suas interações) com os conceitos “Identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios gama) e sua utilização através de tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de micro-ondas, tomografia etc.)” e “Compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão transmissão de luz, telas de monitores e radiografias”. FMC é necessário para compreender o processo de geração de energia elétrica em uma usina nuclear, pois a água do ciclo secundário de resfriamento do reator é retirada e liberada no rio.

A Competência considerada foi a 06 pois é necessário compreender como a interação entre a radiação emitida pelo reator nuclear aquece a água do sistema primário de resfriamento e como o sistema secundário acaba prejudicando os peixes de um rio. Somente a habilidade H22 (Compreender fenômenos decorrentes da interação entre radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais) é necessária devido as implicações ambientais relacionado ao uso da energia nuclear.

5.1.6.2 Questão 59 do caderno amarelo (Q59Am)

Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nestes 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.

WENDLING, M. Sensores. Disponível em www2.feg.unesp.br

Acesso em: 7 maio de 2014

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência:

A da luz visível.

B do ultravioleta

C do infravermelho

D das micro-ondas.

E das ondas longas de rádio.

A questão Q59Am foi considerada FMC na unidade temática 02 (Radiações e suas interações) com os conceitos “Identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios gama) e sua utilização através de tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de micro-ondas, tomografia etc.)” e “Compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para

explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão transmissão de luz, telas de monitores e radiografias”. É necessário conceitos de FMC qual espectro de radiação é captada pelo sensor e a correspondente alternativa relacionada à frequência de onda solicitada.

A Competência 06 e a habilidade H22 (Compreender fenômenos decorrentes da interação entre radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais) foi considerada.

5.1.7 Exame de 2015

O exame de 2015 apresentou somente a questão Q76Az de FMC no caderno azul. As questões Q50Az e Q63Az apresentaram contextos de FMC mas não era necessário a compreensão de FMC para a resolução dessas questões.

5.1.7.1 Questão 50 do caderno azul (Q50Az)

O urânio é um elemento cujos átomos contêm 92 prótons, 92 elétrons e entre 135 e 148 nêutrons. O isótopo de urânio ^{235}U é utilizado como combustível em usinas nucleares, onde, ao ser bombardeado por nêutrons, sofre fissão de seu núcleo e libera uma grande quantidade de energia ($2,35 \times 10^{10}$ kJ/mol). O isótopo ^{235}U ocorre naturalmente em minérios de urânio, com concentração de apenas 0,7%. Para ser utilizado na geração de energia nuclear, o minério é submetido a um processo de enriquecimento, visando aumentar a concentração do isótopo ^{235}U para, aproximadamente 3% nas pastilhas. Em décadas anteriores, houve um movimento mundial para aumentar a geração de energia nuclear buscando substituir, parcialmente, a geração de energia elétrica a partir da queima do carvão, o que diminui a emissão atmosférica de CO_2 (gás com massa molar igual a 44g/mol). A queima do carvão é representada pela equação química:



Qual é a massa de CO₂, em toneladas, que deixa de ser liberada na atmosfera, para cada 100g de pastilhas de urânio enriquecido utilizadas em substituição ao carvão como fonte de energia?

A- 2,10

B- 7,70

C- 9,00

D- 33,0

E- 300

A questão Q50Az não foi considerada FMC pois, apesar de apresentar um contexto associado a informações de FMC, a resolução da questão envolve conteúdos de variação de entalpia, que geralmente são estudados na disciplina de Química no Ensino Médio.

5.1.7.2 Questão 76 do caderno azul (Q76Az)

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.



NASCIMENTO, R. M. M. Et al. Embalagem cartonada longa vida: lixo ou luxo? Química Nova na Escola, n. 25, maio 2007 (adaptado)

A restrição citada deve-se ao fato de a

- A- Embalagem aberta se expandir pela pressão do vapor formado em seu interior.*
- B- Camada de polietileno se danificar, colocando o alumínio em contato com o alimento.*
- C- Fina camada de alumínio blindar a radiação, não permitindo que o alimento se aqueça.*
- D- Absorção de radiação pelo papel, que se aquece e pode levar à queima da camada de polietileno.*
- E- Geração de centelhas na camada de alumínio, que pode levar à queima da camada de papel e de polietileno.*

A questão Q76Am foi considerada FMC na unidade temática 02 (Radiações e suas interações) com os conceitos “Identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro

eletromagnético (das ondas de rádio aos raios gama) e sua utilização através de tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de micro-ondas, tomografia etc.)” e “Compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão transmissão de luz, telas de monitores e radiografias”. São necessários conceitos de FMC para compreender de que forma a radiação interage com as diferentes camadas da embalagem “longa vida”. Neste caso, é necessário exercer a competência C01 e a C06 para resolver a questão devido ao uso de determinada radiação interagindo com a matéria (embalagem). A habilidade H22 está relacionada com o conceito de FMC para a resolução da questão.

O quadro 06 apresenta as questões analisadas de acordo com os conceitos e de acordo com as referências a FMC:

PROVA	FMC	REFERÊNCIAS A FMC
2009	Q30Am, Q41Am	
2010		Q57Az
2011		
2012	Q82Bco	
2013	Q49Az	
2014	Q56Am, Q59Am	
2015	Q76Az	Q50Az

Quadro 06: Identificação das questões de FMC
Fonte: Acervo do Acadêmico

Na tabela anterior, portanto, as questões caracterizadas somente com referência ao conteúdo foram desconsideradas na classificação como sendo de FMC. No agrupamento posterior (Quadro 07) analisou-se individualmente cada questão para o agrupamento por competências e habilidades:

Questão	Competências	Habilidades
Q30AmP09	C01, C06	H18, H2, H22
Q41AmP09	C01, C06	H9, H20, H22, H23
Q82BcoP12	C06	H20, H22
Q49AzP13	C06	H19, H22, H23
Q56AmP14	C06	H22
Q59AmP14	C06	H22
Q76AzP15	C06	H2, H22

Quadro 07: Agrupamento das questões por competências e habilidades
 Fonte: Acervo do acadêmico

5.2 Análise dos conceitos e das Competências e Habilidades

De acordo com o objetivo principal da pesquisa, de identificar as questões de FMC nos exames de Ciências da Natureza e suas Tecnologias entre 2009 e 2015, das 315 questões aplicadas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias nesse período, somente 7 questões apresentavam conceitos de FMC e 2 questões fazem referências a FMC. Nesse levantamento, compreende-se que o conteúdo de FMC apareceu com certa regularidade (excluindo os exames de 2010 e 2011), mas a tendência é de que esse conceito continue sendo cobrado nos exames futuros na mesma frequência em que foi observado nos exames entre 2009 e 2015, ou seja, não há uma tendência de que FMC possa representar uma parcela significativa do conteúdo de Física abordado no exame. Em comparação, os PCNEM sugerem que FMC seja aplicado no ensino médio em dois semestres, como mostra o quadro a seguir:

Seqüência 1

	1ª série	2ª série	3ª série
1º semestre	1. Movimentos: variações e conservações	3. Som, imagem e Informação	5. Matéria e radiação
2º semestre	2. Calor, ambiente e usos de energia	4. Equipamentos elétricos e telecomunicações	6. Universo, Terra e vida

Seqüência 2

	1ª série	2ª série	3ª série
1º semestre	2. Calor, ambiente e usos de energia	4. Equipamentos elétricos e telecomunicações	5. Matéria e radiação
2º semestre	1. Movimentos: variações e conservações	3. Som, imagem e informação	6. Universo, Terra e vida

Seqüência 3

	1ª série	2ª série	3ª série
1º semestre	6. Universo, Terra e vida	3. Som, imagem e informação	4. Equipamentos elétricos e telecomunicações
2º semestre	1. Movimentos: variações e conservações	2. Calor, ambiente e usos de energia	5. Matéria e radiação

Figura 03: Sugestões dos temas por semestre letivo
 Fonte: Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio p. 81

Como consequência, o ENEM não parece ser um instrumento motivador de uma mudança curricular significativa, observando somente o critério do número de questões de FMC aplicadas no exame. De maneira mais abrangente, analisou-se também a relação entre as “Áreas Temáticas” dos PCNEM e as competências e habilidades da Matriz de Referência, para tentar compreender a ênfase do ENEM na aplicação de FMC.

Com relação aos conceitos aplicados no exame, os PCNEM estabelece como FMC deve ser abordado no ensino médio. A matriz de referência, apesar de

apresentar uma relação de conceitos de Física no anexo de conteúdos (ver anexo 02), não discrimina FMC como integrante dos conceitos avaliados. Pelo levantamento inicial, todas as questões aplicadas referem-se ao Tema 05 dos PCNEM (Matéria e Radiação). Nenhuma questão sobre o Tema 06 (Universo, Terra e Vida) até agora foi avaliada. Preliminarmente podemos refletir sobre este fato. A ausência de FMC e do Tema 06, sugere uma falta de concordância entre o que se espera e o que realmente acontece. Em análise da prática de ensino, o ENEM reforça uma tendência de resistência à mudança no ensino de FMC, já identificada no final da década de 1990 e que persiste no ensino atual:

Os professores de Física do ensino médio nesta metodologia, revelaram-se o grupo menos engajado na discussão *sobre FMC*. Pela nossa experiência nas escolas, percebemos que há muita resistência por parte deles com respeito à atualização curricular, principalmente, por implicar uma significativa reformulação nos conteúdos usualmente trabalhados e um investimento no estudo de tópicos mais atuais. (OSTERMANN, 1999, p. 151).

Outra situação que se apresenta com a abordagem restrita ao Tema 05 (Matérias e Radiação) é sobre o predomínio de questões com uma contextualização associada ao funcionamento de aparelhos. Das 8 questões de FMC analisadas (entre estas inclusive com somente referências ao conteúdo), 6 questões (Q30AmP09, Q57AzP10, Q49AzP13, Q59AmP14, Q76AzP15) dizem respeito aos “princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna” (Brasil, 1996, p. 13) conforme a LDB de 1996 estabelece e assertivamente de acordo com os conceitos estabelecidos para o Tema “matéria e radiação” (ver anexo 01), mas dando a entender que o propósito do ensino de FMC no ENEM tem um caráter de como aparelhos funcionam, ou seja, toda uma discussão envolvendo as tecnologias envolvidas na investigação da formação do Universo e da origem da vida, não foram considerados:

Mesmo que os jovens, após a conclusão do ensino médio, não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias profissionais ou universitárias, ainda terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem (Brasil, 2007, p. 59).

Outro aspecto que reforça a ênfase da aplicação do conteúdo de FMC no ENEM nos princípios científicos e tecnológicos do funcionamento de aparelhos é pela análise das questões segundo suas competências e habilidades. Fica evidente o agrupamento das questões envolvendo a competência C06 que está relacionada ao desenvolvimento científico e tecnológico, mas essas questões não abragem a totalidade de propósitos sugerida por essa competência. Pelo agrupamento de questões, conforme o quadro 07 (Q30AmP09, Q41AmP09, Q82BcoP12, Q49AzP13, Q56AmP14, Q76AzP15), nota-se que o texto dessa competência poderia ser resumido para “apropriar-se de conhecimentos da Física para interpretar intervenções científico-tecnológicas” e a habilidade mais comum a essas questões (H22), o trecho do texto associado a “implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais” refere-se a apenas 3 questões (Q41AmP09, Q82BcoP12, Q56AmP14), ou seja, o ENEM desconsidera toda uma discussão que inclui a habilidade H3, por exemplo, que está relacionada em “Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo em diferentes culturas”.

Em relação ao Tema 06 (Universo, Terra e Vida), vários autores apresentam metodologias para a aplicação de conteúdos no Ensino Médio e que o ENEM poderia se utilizar como forma de avaliação deste Tema. Entre eles, MARRANGHELLO e PAVANI, 2011, por exemplo, defendem a inclusão de tópicos de astronomia e Física Moderna com as competências relacionadas à contextualização sociocultural, como proposto nos documentos (PCNEM e Matriz de Referência). Neste artigo, os autores sugerem uma sequência didática que envolve as descobertas do telescópio espacial Hubble com o efeito fotoelétrico e a radiação Planck e que poderiam ser avaliados na competência C01 da Matriz de Referência. NEITZEL, 2006 apresenta o estudo da astrobiologia, como forma de despertar a curiosidade dos alunos sobre a origem da vida no universo. A proposta de Neitzel, 2006, além de contemplar aspectos interdisciplinares, como por exemplo, com a Biologia, poderia ser avaliado no ENEM com as propostas sugeridas na Matriz de Referência para a Competência 01 sobre as Ciências e suas Tecnologias no seu aspecto social tendo em vista o desenvolvimento histórico da Física e da astronomia.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo dessa pesquisa teve como finalidade analisar como o ENEM aborda FMC. Com o seu caráter avaliador, o ENEM pode ser um instrumento motivador da mudança do ensino médio, haja vista que grandes conglomerados de escolas especializadas em cursos pré-vestibulares, utilizam o resultado para angariar alunos que buscam ingressar em universidades que consideram a nota obtida no exame. As questões contextualizadas, baseadas em um conjunto de competências e habilidades coerentes, fazem com que os estudantes relacionem os conceitos aprendidos nas aulas com situações do dia-a-dia. Assim, o ENEM poderia ajudar a melhorar o ensino de FMC no Ensino Médio se houvesse uma consonância entre as sugestões contidas nos PCNEM e a matriz de referência utilizada pelo exame.

Mesmo de forma tímida, o conteúdo de FMC configura entre as questões presentes no Exame de avaliação do Ensino Médio brasileiro. Seria melhor que também fizesse parte dos saberes listados na Matriz de Referência do exame. Os PCNEM e PCN+ (ainda que tenham papel de oferecer sugestões) fazem um longo discurso sobre o caráter indispensável do conteúdo de FMC no currículo do Ensino Médio, porém a Matriz de Referência não menciona o assunto, o que poderia gerar algum tipo de contestação quanto a presença de questões sobre FMC nas provas do ENEM.

Desta forma, defende-se uma maior participação das questões de FMC no exame, para que atenda às sugestões de documentos norteadores do ensino no país. Até o ano de 2015 aconteceram 7 edições do exame, neste tempo o exame se aperfeiçoou, as questões apresentam um avanço em sua elaboração, na consideração de situações problema e na abrangência de competências e habilidades. O tempo poderia ter sido melhor aproveitado para colocar em prática propostas de melhoria do ensino e avaliação daqueles assuntos da física mais nova que devem ser de conhecimento dos alunos do Ensino Médio.

A frequência com que aparece esse conteúdo no ENEM é de uma em cada 45 questões de Ciências da Natureza por ano. Somente 7 questões apareceram em

seis anos. Em 2010 e 2011, nenhuma questão de FMC foi cobrada. Nesses dois exames, os conceitos de Física sobressaíram conceitos relacionados com funcionamento de equipamentos elétricos e frequência de funcionamento de aparelhos. Refletindo sobre as propostas de conteúdos nos PCNEM sugeridos para as três séries do Ensino Médio (Brasil, 2002, p.81), as mudanças pretendidas estão seriamente prejudicadas, já que Gonçalves Jr. e Barroso (2014) e Silveira et al (2014) alertam para uma concentração de questões de Física aplicadas no ENEM em torno dos conceitos de Eletromagnetismo, Termodinâmica e Mecânica. Como as escolas estão sendo avaliadas também por causa da nota dos estudantes, é possível, com a tendência atual, que o ensino de física continue no modelo tradicional, já que os professores também não se sentem preparados para a aplicação de FMC conforme a pesquisa de Sanches e Neves (2011).

Outro dado importante é o fato das competências e habilidades propostas na formulação das questões serem fundamentais na reforma do ensino. Elas estão ligadas na visão construtivista de educação das massas. Na análise, há uma tendência na aplicação de FMC com assuntos ligados a situações do cotidiano e uso de tecnologias já que as competências estão relacionadas somente a este tema. Com essa tendência, o tema dos PCNEM, “Universo, Terra e Vida” não irá aparecer enquanto não houver uma concordância documental. Nenhuma questão foi publicada sobre as origens do universo ou sobre as recentes descobertas do telescópio espacial Hubble. Tudo aquilo que os PCNEM consideram indispensáveis na aplicação de FMC sobre Universo, Terra e Vida nunca foi avaliado no exame. Mas a sugestão dos PCNEM é que os professores dediquem seis meses na terceira série do ensino médio para esse conteúdo (Brasil, 2002, p. 81).

O último fator na sequência da lógica “o que se cobra tem que avaliar” é a contextualização. A contextualização relacionada ao cotidiano ou sobre funcionamento de aparelhos trás informações com textos extensos e pouco úteis. Às vezes, totalmente desnecessárias. Na questão Q63AzP15 (ver anexo 03) utilizaram-se referências a Buracos Negros, o que, na primeira impressão, apresentaria algumas alternativas de natureza cosmológica, mas o que se cobra é totalmente aplicação de fórmulas como nos vestibulares tradicionais e que não estão relacionadas de forma alguma com FMC.

Conclui-se, portanto, que embora as questões de Física que apresentam conceitos de FMC no ENEM estejam de acordo com parte da proposta sugerida nos documentos, a frequência com que surgem não podem ser consideradas um fator motivador de mudanças de rumo sobre a abordagem dos conteúdos de Física em sala de aula conforme Hernades e Martins (2013) e Silveira et al (2014) já constataram. Ao contrário, a presença quase imperceptível de FMC no ENEM, engessa a grade curricular nos moldes tradicionais de Física e atrasa ainda mais as mudanças que são cobradas nos PCNEM e nos PCN+, ou seja, o modelo atual de abordagem de FMC continuará reproduzindo um modelo escolar em que o professor não é estimulado a aplicar tais conceitos e o aluno egresso desse sistema continuará sendo o grande prejudicado.

ANEXOS

Anexo 01: Temas Estruturadores de Física

TEMA 05: MATÉRIA E RADIAÇÃO	
UNIDADE TEMÁTICA	CONCEITOS
1. Matéria e suas propriedades	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar os modelos atômicos propostos para a constituição da matéria para explicar diferentes propriedades dos materiais (térmicas, elétricas, magnéticas etc.) - Relacionar os modelos de organização dos átomos e moléculas na constituição da matéria às características macroscópicas observáveis em cristais, cristais líquidos, polímeros, novos materiais etc. - Compreender a constituição e organização da matéria viva e suas especificidades, relacionando-as aos modelos físicos estudados.
2. Radiações e suas interações	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios gama) e sua utilização através de tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de micro-ondas, tomografia etc.). - Compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão transmissão de luz, telas de monitores e radiografias. - Avaliar efeitos biológicos e ambientais do uso de radiações não-ionizantes em situações do cotidiano.
3. Energia nuclear e radioatividade	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender as transformações nucleares que dão origem à radioatividade para reconhecer sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos. - Conhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina. - Avaliar os efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção, da radioatividade e radiações ionizantes.
4. Eletrônica e informática	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar a presença de componentes eletrônicos, como semicondutores, e suas propriedades nos equipamentos contemporâneos. - Identificar elementos básicos da microeletrônica para compreender o processamento de informação (processadores, microcomputadores etc.), redes de informática e sistemas de automação.

	- Acompanhar e avaliar o impacto social e econômico da automação e informatização na vida contemporânea.
TEMA 06: UNIVERSO, TERRA E VIDA	
UNIDADE TEMÁTICA	CONCEITOS
1. Terra e sistema solar	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer as relações entre movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da Lua, eclipses etc.). - Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.
2. O Universo e sua origem	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo. - Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.
3. Compreensão humana do Universo	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações. - Compreender aspectos da evolução dos modelos da ciência para explicar a constituição do Universo (matéria, radiação e interações) através dos tempos, identificando especificidades do modelo atual. - Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.

Anexo 02 – Conteúdos de Física avaliados no Exame Nacional do Ensino Médio

3. Ciências da Natureza e suas Tecnologias

3.1 Física

- **Conhecimentos básicos e fundamentais** - Noções de ordem de grandeza. Notação Científica. Sistema Internacional de Unidades. Metodologia de investigação: a procura de regularidades e de sinais na interpretação física do mundo. Observações e mensurações: representação de grandezas físicas como grandezas mensuráveis. Ferramentas básicas: gráficos e vetores. Conceituação de grandezas vetoriais e escalares. Operações básicas com vetores.

- **O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas** – Grandezas fundamentais da mecânica: tempo, espaço, velocidade e aceleração. Relação histórica entre força e movimento. Descrições do movimento e sua interpretação: quantificação do movimento e sua descrição matemática e gráfica. Casos especiais de movimentos e suas regularidades observáveis. Conceito de inércia. Noção de sistemas de referência inerciais e não inerciais.

Noção dinâmica de massa e quantidade de movimento (momento linear). Força e variação da quantidade de movimento. Leis de Newton. Centro de massa e a idéia de ponto material. Conceito de forças externas e internas. Lei da conservação da quantidade de movimento (momento linear) e teorema do impulso. Momento de uma força (torque).

Condições de equilíbrio estático de ponto material e de corpos rígidos. Força de atrito, força peso, força normal de contato e tração. Diagramas de forças. Identificação das forças que atuam nos movimentos circulares. Noção de força centrípeta e sua quantificação. A hidrostática: aspectos históricos e variáveis relevantes. Empuxo. Princípios de Pascal, Arquimedes e Stevin: condições de flutuação, relação entre diferença de nível e pressão hidrostática.

- **Energia, trabalho e potência** - Conceituação de trabalho, energia e potência. Conceito de energia potencial e de energia cinética. Conservação de energia mecânica e dissipação de energia. Trabalho da força gravitacional e energia potencial gravitacional. Forças conservativas e dissipativas.

- **A Mecânica e o funcionamento do Universo** - Força peso. Aceleração gravitacional. Lei da Gravitação Universal. Leis de Kepler. Movimentos de corpos celestes. Influência na Terra: marés e variações climáticas. Concepções históricas sobre a origem do universo e sua evolução.

- **Fenômenos Elétricos e Magnéticos** - Carga elétrica e corrente elétrica. Lei de Coulomb. Campo elétrico e potencial elétrico. Linhas de campo. Superfícies equipotenciais. Poder das pontas. Blindagem. Capacitores. Efeito Joule. Lei de Ohm. Resistência elétrica e resistividade. Relações entre grandezas elétricas: tensão, corrente, potência e energia.

Circuitos elétricos simples. Correntes contínua e alternada. Medidores elétricos.

Representação gráfica de circuitos. Símbolos convencionais. Potência e consumo de energia em dispositivos elétricos. Campo magnético. Ímãs permanentes. Linhas de campo magnético. Campo magnético terrestre.

- **Oscilações, ondas, óptica e radiação** - Feixes e frentes de ondas. Reflexão e refração.

Óptica geométrica: lentes e espelhos. Formação de imagens. Instrumentos ópticos simples. Fenômenos ondulatórios. Pulsos e ondas. Período, frequência, ciclo. Propagação: relação entre velocidade, frequência e comprimento de onda. Ondas em diferentes meios de propagação.

- **O calor e os fenômenos térmicos** - Conceitos de calor e de temperatura. Escalas termométricas. Transferência de calor e equilíbrio térmico. Capacidade calorífica e calor específico. Condução do calor. Dilatação térmica. Mudanças de estado físico e calor latente de transformação. Comportamento de Gases ideais. Máquinas térmicas. Ciclo de Carnot. Leis da Termodinâmica. Aplicações e fenômenos térmicos de uso cotidiano.

Compreensão de fenômenos climáticos relacionados ao ciclo da água.

Anexo 03: Q63AzP15

Observações astronômicas indicam que no centro de nossa galáxia, a Via Láctea, provavelmente exista um buraco negro cuja massa é igual a milhares de vezes a massa do Sol. Uma técnica simples para estimar a massa desse buraco negro consiste em observar algum objeto que orbite ao seu redor e medir o período de uma rotação completa, T , bem como o raio médio, R , da órbita do objeto, que supostamente se desloca, com boa aproximação, em movimento circular uniforme. Nessa situação, considere que a força resultante, devido ao movimento circular, é igual, em magnitude, à força gravitacional que o buraco negro exerce sobre o objeto.

A- $\frac{4\pi^2 R^2}{GT^2}$

B- $\frac{\pi^2 R^3}{2GT^2}$

C- $\frac{2\pi^2 R^3}{GT^2}$

D- $\frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$

E- $\frac{\pi^2 R^5}{GT^2}$

REFERÊNCIAS

BARDIN. L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Editora Edições 70, 1977.

BARROSO, Marta F., GONÇALVES, Wanderley P. **As questões de Física e o desempenho dos estudantes no ENEM**. In.: XIV Encontro de Pesquisa em ensino de Física – Maresias – 2012.

BRASIL. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996, Poder Executivo. Brasília (DF).

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação, INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. DIRETORIA DE AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA. **ENEM - Documento Básico**: MEC/INEP ENEM . Brasília 1998.

BRASIL. Ministério da Educação, INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. DIRETORIA DE AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA. **EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM): Fundamentação Teórico- Metodológica**: MEC/INEP ENEM . Brasília 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. **Parâmetros nacionais de qualidade para a educação fundamental**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica: Brasília (DF), 2006 v.I; il.

BRASIL. Ministério da Educação. INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. DIRETORIA DE AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA. **Nota Técnica: Indicador de Nível Socioeconômico das Escolas de Educação Básica**. Brasília (DF), 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. *Matriz de Referência do ENEM*. Brasília (DF), 2009.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **O estágio nos cursos de Licenciatura**. Coleção Ideias em ação. São Paulo, 2012, Ed. Cengage Learning.

DOMINGUINI, Lucas; MAXIMIANO, Joelma Rzatki; CARDOSO, Leonel. **Novas Abordagens do Conteúdo Física Moderna no Ensino Médio Público do Brasil**. In: IX ANPED SUL – Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, 2012.

CARVALHO JR., Gabriel Dias de. **As concepções de ensino de Física e a construção da cidadania**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2002. Belo Horizonte - MG.

GIL, Antônio Carlos. **Estudos e Técnicas de pesquisa Social**. São Paulo, 2008. Sexta Edição. Ed. Atlas.

GONÇALVES JR, Wanderley P.; BARROSO, Marta F. **As questões de física e o desempenho dos estudantes no ENEM**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n.1 1402, 2014.

HERNANDES, Jesusney Silva; MARTINS, Maria Inês. **Categorização de questões de Física no novo Enem**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 30, n. 1: p. 58-83, abril de 2013.

MACENO, Nicole G., et al. **A Matriz de Referência do ENEM 2009 e o Desafio de Recriar o Currículo de Química na Educação Básica**. Revista Química Nova Escola, vol. 33, Nº3, Agosto de 2011.

MARTINS, Paulo Roberto. **Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente no Brasil: Perspectivas e Desafios**. IN: Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. 2004

MARRANGHELLO, Guilherme F; PAVANI, Daniela B. **Astronomia e Física Moderna: Duas necessidades, uma solução**. IN: I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia. Rio de Janeiro. 2011.

MONTEIRO, Maria Amélia; NARDI, Roberto; FILHO, Jenner Barretto Bastos. **A sistemática incompreensão da teoria quântica e as dificuldades dos professores na introdução da física moderna e contemporânea no ensino médio**. Revista Ciência & Educação, v. 15, n.3, p. 557-580, 2009.

NEITZEL, Clifford Luciano Vinícius. **Aplicação da astronomia ao ensino de física com ênfase em astrobiologia**. UFRGS – Instituto de Física, Porto Alegre, 2006.

OSTERMANN F.; MOREIRA, M. A.; **Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”**. Investigação em Ensino de Ciências – V. 5(1), p. 23-48, 2000.

OSTERMANN, F. **Tópicos de física contemporânea em escolas de nível Médio e na formação de professores de física**. 1999. 175 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

PEREIRA, O. Da S. **Raios cósmicos: introduzindo física moderna no 2º Grau**. São Paulo: Instituto de Física e Faculdade de Educação – USP, 1997.

SANCHES, Monica Bordim; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. **A Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Uma Reflexão Didática**. Maringá – PR, 2011. Ed. UEM.

SILVA, J. R.N.; *et al.* **Grupo de Professores de Física Moderna: a importância do ambiente de discussão na formação continuada de professores**. In: PINHO, S.

Z.; OLIVEIRA, J. B. B. (Org.). Núcleos de ensino da UNESP: artigos 2007. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011.

SANTOS, Fernanda Marsaro dos. **Análise de conteúdo: a visão de Laurence Bardin**. Resenha de: [BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011, 229p.] Revista Eletrônica de Educação. São Carlos, SP: UFSCar, v.6, no. 1, p.383-387, mai. 2012. Disponível em <http://www.reveduc.ufscar.br>.

TERRAZAN, E. A. **A inserção de física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis. V. 9, n. 3, p. 209-214. Dez. 1992.

TORRES, C. M.; FERRARO, N. G. SOARES, P. A. T. **Física: ciência e tecnologia**. Livro do Professor. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010.