

As concepções alternativas em ondulatória nas provas do ENEM

Alternative conceptions of wave in large-scale tests: An analysis of the Brazilian high school exam

Ricardo Yaguti¹, Maria José Fontana Gebara²

¹Universidade Estadual de Campinas, ricardo3bozo@gmail.com

²Universidade Federal de São Carlos, maria.gebara@ufscar.br

Resumo

Apresentamos, neste trabalho, as primeiras análises de uma pesquisa em desenvolvimento que tem como objetivo verificar a potencialidade de determinados itens de Física do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) como indicador da existência de concepções alternativas na área da ondulatória. Foram selecionados quatro itens de Física das provas de 2009 a 2012, com base no Objeto do Conhecimento denominado “Oscilações, ondas, óptica e radiações” presente na Matriz de Referência do exame. Foi possível notar a presença de distratores entre as respostas dos candidatos das redes pública e privada e, posteriormente, relacioná-los a concepções alternativas. Dentre as quatro edições do exame, identificaram-se concepções como a de que ondas mais rápidas possuem maior área de cobertura; que radiações, independentemente do modo de utilização, são prejudiciais à saúde; ou que a intensidade de uma luz pode gerar consequências idênticas às causadas pela frequência da mesma.

Palavras chave: concepções alternativas, ENEM, física, ondulatória.

Abstract

We present in this paper the first analysis of a research in development that aims to determine the potential of physics's items from ENEM (National High School Exam) as an indicator of the existence of alternative conceptions about waves. We selected four tests from 2009 to 2012 exams about "Oscillations, waves, optics and radiation" and we observed the presence of distractors between the answers of the candidates, both of public and private school networks. and looking for alternative conceptions. Among the four editions of the examination, the students chose answers in which that faster waves have greater coverage area; that radiation is harmful, regardless of application usage patterns; that the intensity of the light can generate the same consequences that caused by the frequency.

Key words: Alternative conceptions, ENEM, physics, wave.

Introdução

Encontramos na literatura relatos de estudantes de diferentes níveis de ensino, redes escolares, classes sociais, gêneros e idades que apresentam dificuldades e defasagens na área de Ciências Exatas. Isso pode se dar por diferentes razões, tais como pela falta de domínio de fundamentos matemáticos; existência de concepções alternativas que não se sincronizam com

a lógica científica; necessidade de excessivas abstrações para compreender fenômenos da natureza e sua quantificação; qualificação precária dos professores responsáveis pelas disciplinas; número insuficiente de aulas etc.. O caso da Física, enquanto disciplina das séries finais da educação básica (Ensino Médio), é particularmente preocupante, pois todas as razões elencadas como responsáveis pelas deficiências no ensino aprendizagem das Ciências Exatas parecem potencializar-se.

A partir da década de 1980, ganham força pesquisas voltadas para a questão da “mudança conceitual”, intensificando investigações que procuram desvendar os mecanismos responsáveis pela compreensão dos conceitos científicos e as representações do aluno sobre a Ciência. Para isso, faz-se necessário compreender quais são essas representações e em quais momentos elas tomam significado prejudicando a aprendizagem do estudante (SINVAL, SILVA, MANSOR, 2009). Temos então o início de uma série de trabalhos com o objetivo de sondar as concepções alternativas dos alunos e procurar regularidades que permitam o desenvolvimento de metodologias e estratégias de ensino para a superação dessas concepções.

Em vista do exposto, pretendemos investigar a potencialidade do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) como um diagnóstico capaz de identificar concepções alternativas na área da ondulatória. Além disso, verificaremos as diferenças e semelhanças no que diz respeito a essas concepções quando evidenciadas em respostas de estudantes das redes pública e privada de ensino.

As concepções alternativas

As concepções alternativas “são conhecimentos diferentes dos científicos, adquiridos através de suas experiências no cotidiano, trazidos para a sala de aula e que são resistentes ao ensino formal” (GEBARA, 2001) e, na medida em que fazem parte do dia a dia das salas de aula, é importante que sejam conhecidas pelos professores. São identificadas em diversos ramos da Física e dificultam a aprendizagem do estudante.

Segundo Valadares (1995), “as concepções alternativas dos alunos revelam-se como crenças espontâneas, intuitivas, formas muito idiossincrásicas e cientificamente pouco evoluídas de ver e sentir o mundo, no fundo maneiras pessoais de interpretar os fenômenos”. São consideradas alternativas, não porque constituem um conhecimento científico alternativo, mas porque constituem autênticos conhecimentos estruturados de modo diferentes, que traduzem representações pelas quais os estudantes, consciente ou inconscientemente, optaram e que os satisfazem do ponto de vista científico (VALADARES, 1995). Embora fatores externos ao processo de ensino aprendizagem, e que exercem influência sobre a existência e persistência dessas concepções sejam pouco explorados, pesquisas indicam que variáveis como idade, gênero e rendimento em Física escolar são intrínsecos ao aparecimento dessas concepções (PEDUZZI et. al 1992). Em contrapartida, a escolaridade da mãe dos estudantes e a rede escolar que frequentam são fatores relevantes ao aparecimento/manutenção das mesmas. (YAGUTI; GEBARA 2014).

O Exame Nacional do Ensino Médio

O Exame Nacional do Ensino Médio foi criado em maio de 1998, pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), do Ministério da Educação (MEC). Tratava-se de um exame de caráter voluntário, oferecido anualmente com o propósito de avaliar o desempenho dos alunos concluintes e egressos do ensino médio a partir das competências e habilidades que o estruturam. Sendo assim, constitui-se como um instrumento capaz de fornecer uma imagem atualizada da Educação Básica no Brasil, além de

servir como modalidade alternativa ou complementar aos processos de seleção para o acesso ao ensino superior e ao mercado de trabalho (BRASIL, 1999).

Em 2009, o ENEM sofreu uma grande mudança que ocorreu através de um acordo entre o MEC e a Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (ANDIFES) com o argumento de que, caso focasse em habilidades e conteúdos mais relevantes, o exame se tornaria um importante instrumento de política educacional. Desta forma, o exame sinalizaria orientações curriculares, expressas de modo claro, intencional e articuladas para cada área de conhecimento. Tal proposta traria a possibilidade concreta do estabelecimento de uma relação positiva entre o ensino médio e o ensino superior. Uma alteração bastante significativa ocorreu no número de questões e no sistema de atribuição de notas, passando de 63 questões e uma redação, realizadas em um único dia, para 180 questões e uma redação em dois dias.

O novo exame substituiria os processos seletivos de acesso ao ensino superior em algumas instituições de ensino federais do país e seria composto por quatro testes, um por cada área do conhecimento mais uma redação, a saber: (i) Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (incluindo redação); (ii) Ciências Humanas e suas Tecnologias; (iii) Ciências da Natureza e suas Tecnologias; e (iv) Matemática e suas Tecnologias. Desse modo, o exame se aproximaria das Diretrizes Curriculares Nacionais e dos currículos praticados nas escolas, mas sem abandonar o modelo de avaliação centrado nas competências e habilidades (MEC, 2009).

Metodologia

Como caracterização inicial dos Objetos do Conhecimento presentes nas questões das provas de Física de 2009 a 2012 do ENEM utilizamos Silva (2013). Dentre os sete Objetos presentes na Matriz de Referência do ENEM, três se destacaram com maior número de questões: “o movimento, o equilíbrio e a descoberta das leis física”, “fenômeno elétricos e magnéticos” e “oscilações, ondas, óptica e radiação” com 12, 11 e 13 itens, respectivamente, nos quatro anos de prova (SILVA, 2013).

Em etapa posterior, analisamos esses conjuntos de questões em cruzamento com a frequência das alternativas em busca de distratores ou tendências nas respostas e verificamos que o Objeto do Conhecimento “oscilações, ondas, óptica e radiação” apresentou mais questões conceituais que dispensam aplicação de fórmulas ou cálculos matemáticos. Seleccionamos, então, quatro itens para analisarmos nesta pesquisa.

Os resultados a seguir foram obtidos dos micro dados da Prova Azul de Ciências da Natureza das edições de 2009 a 2012 do Exame Nacional do Ensino Médio. Foram analisados os resultados dos alunos concluintes da educação básica no ano da realização da prova, que estiveram presentes nos dois dias e que obtiveram nota maior que zero na redação.

As tabelas apresentam as frequências das alternativas por rede escolar e, em uma coluna de valores totais, a quantidade e a porcentagem de candidatos das duas redes escolares analisadas. Neste caso, consideramos apenas os candidatos de rede escolar pública e privada, que compõem cerca de 95% da amostra total de realizadores do ENEM, composta também, por candidatos da rede mista. Nas tabelas, realçamos em cinza escuro, a título de ilustração, as alternativas corretas enquanto que os valores destacados em cinza claro representam as alternativas que apareceram com maior frequência ou que contém conceitos intuitivos e não científicos.

Apresentação e discussão dos dados

O Objeto do Conhecimento “oscilações, ondas, óptica e radiação” contém 13 itens distribuídos quase que igualmente nas provas de 2009 a 2012 (SILVA, 2013). Por serem explorados de forma mais conceitual que matematizada nas provas, facilitam a análise das concepções alternativas.

O primeiro item a ser analisado fez parte da prova de 2009 e pode ser visto na Figura 1. Nele são apresentadas diferentes tecnologias de celulares que operam com variadas frequências de oscilação. O enunciado informa que as recepções do sinal, assim como a intensidade de transmissão do mesmo, não sofrem influências das frequências e se comportam igualmente para as duas tecnologias. Sendo assim, quando questionados sobre a cobertura de sinal das duas tecnologias, obtivemos as frequências das alternativas representadas na Tabela 1, que nos permite analisar as respostas por rede escolar e verificar se há alguma tendência.

Questão 31

O progresso da tecnologia introduziu diversos artefatos geradores de campos eletromagnéticos. Uma das mais empregadas invenções nessa área são os telefones celulares e *smartphones*. As tecnologias de transmissão de celular atualmente em uso no Brasil contemplam dois sistemas. O primeiro deles é operado entre as frequências de 800 MHz e 900 MHz e constitui os chamados sistemas TDMA/CDMA. Já a tecnologia GSM, ocupa a frequência de 1.800 MHz.

Considerando que a intensidade de transmissão e o nível de recepção “celular” sejam os mesmos para as tecnologias de transmissão TDMA/CDMA ou GSM, se um engenheiro tiver de escolher entre as duas tecnologias para obter a mesma cobertura, levando em consideração apenas o número de antenas em uma região, ele deverá escolher:

- A a tecnologia GSM, pois é a que opera com ondas de maior comprimento de onda.
- B a tecnologia TDMA/CDMA, pois é a que apresenta Efeito Doppler mais pronunciado.
- C a tecnologia GSM, pois é a que utiliza ondas que se propagam com maior velocidade.
- D qualquer uma das duas, pois as diferenças nas frequências são compensadas pelas diferenças nos comprimentos de onda.
- E qualquer uma das duas, pois nesse caso as intensidades decaem igualmente da mesma forma, independentemente da frequência.

ENEM 2009 - item 31							
Rede escolar		A	B	C	D	E	Total
Privada	N	33307	7962	60358	31116	14630	147587
	%	22,6	5,4	40,9	21,1	9,9	20,5
Pública	N	120801	33622	222317	95377	98415	571984
	%	21,1	5,9	38,9	16,7	17,2	79,5
Total	N	167154	45382	304586	136272	121405	719571
	%	23,2	6,3	42,3	18,9	16,9	100,0

Figura 1: Item 31 do ENEM 2009, prova azul

Tabela 1: Frequência das alternativas por rede escolar para o item 31 do ENEM 2009, prova azul

Como já destacado, a alternativa correta (E) indica que qualquer uma das duas tecnologias ofereceria a mesma cobertura independente das frequências nas condições propostas pelo enunciado. Primeiramente, é interessante notar que aproximadamente 720 mil estudantes que realizaram a Prova Azul de 2009 pertencem às redes escolares analisadas, sendo 79,5% pertencentes à rede pública de ensino contra 20,5% da rede privada. Porém, mesmo com esta discrepância, é possível generalizar a frequência das alternativas pelo alto número de amostras que contém a análise.

Verificamos que a alternativa C (distrator) foi a mais assinalada com cerca de 42% do total, afirmando que ondas mais velozes possuem maior cobertura de sinal, embora os estudantes da rede pública tenham obtido uma porcentagem maior de acerto (alternativa D) e menor no distrator quando comparado com os alunos da rede privada.

A hipótese levantada neste caso é de que estudantes treinados com exercícios objetivos ao se depararem com diferentes frequências são induzidos a pensar que a onda pode viajar com velocidades e comprimentos de ondas distintos para determinadas frequências, como é o caso dos alunos da rede privada. Ou seja, esses alunos teriam sido prejudicados pela excessiva

ênfase na resolução matemática de exercícios, não atentando-se a variáveis contidas no enunciado ou até mesmo nas alternativas.

Ou seja, o fato da alternativa C afirmar que ondas mais rápidas possuem maior frequência caso tenham o mesmo comprimento de onda, obedece a equação da velocidade de onda ($v = \lambda \cdot f$) e acaba atraindo o olhar de estudantes treinados a utilizar esta fórmula sempre que o tema é ondulatória. Como prova disso, temos 23,2% de escolha para a alternativa A, que também gira em torno da equação da velocidade de onda, afirmando que, caso viajassem com a mesma velocidade, as ondas que apresentassem menor frequência de oscilação teriam o maior comprimento de onda.

O próximo item pertence à prova de 2012. Nesta edição, cerca de 1,15 milhão de estudantes que realizaram a Prova Azul distribuíram-se na seguinte proporção: 78,6% da rede pública contra 21,4% da rede privada.

QUESTÃO 64

Alguns povos indígenas ainda preservam suas tradições realizando a pesca com lanças, demonstrando uma notável habilidade. Para fisgar um peixe em um lago com águas tranquilas o índio deve mirar abaixo da posição em que enxerga o peixe.

Ele deve proceder dessa forma porque os raios de luz

- A refletidos pelo peixe não descrevem uma trajetória retilínea no interior da água.
- B emitidos pelos olhos do índio desviam sua trajetória quando passam do ar para a água.
- C espalhados pelo peixe são refletidos pela superfície da água.
- D emitidos pelos olhos do índio são espalhados pela superfície da água.
- E refletidos pelo peixe desviam sua trajetória quando passam da água para o ar.

ENEM 2012 - item 64							
Rede escolar		A	B	C	D	E	Total
Privada	N	30890	51533	22374	11520	122179	246115
	%	15,5	20,9	9,1	4,7	49,6	21,4
Pública	N	229394	171728	195073	112027	194735	905871
	%	25,3	19,0	21,5	12,4	21,5	78,6
Total	N	280098	233889	226260	128233	333100	1151986
	%	24,3	20,3	19,6	11,1	28,9	100,0

Figura 2: Item 64 do ENEM 2012, prova azul

Tabela 2: Frequência das alternativas por rede escolar para o item 64 do ENEM 2012, prova azul

Este item contextualiza um índio pescando com uma lança e questiona o motivo dele mirar em uma região abaixo da imagem aparente do peixe para atingi-lo. As alternativas combinam conceitos sobre a propagação da luz e fenômenos de refração e reflexão, disponibilizando distratores interessantes para a pesquisa. Apesar da porcentagem da alternativa correta (E) ser maior dentre as demais, é interessante discutir este item pelo modelo que se encontra.

O distrator referente a alternativa A, com a aceitação de 24,3% dos candidatos, diz que “os raios de luz refletidos pelo peixe não descrevem uma trajetória retilínea no interior da água” e mostra que os estudantes sabiam qual o sentido de propagação do raio de luz (do peixe para os olhos do índio). Porém, apresentaram falha no conceito de refração afirmando que a luz poderia perder sua capacidade de propagar-se retilineamente durante este fenômeno alterando suas características, ou seja, houve uma má interpretação do conceito de refração, definido como a mudança da trajetória de um raio de luz quando passa de um meio para outro com índices de refração distintos, de modo que essa mudança na trajetória foi entendida uma possível “curva” realizada pelo raio de luz e não um desvio. Tal concepção alternativa também é verificada no projeto Comprehensive Conceptual Curriculum for Physics (2013) em um artigo sobre misconceptions no Ensino de Física.

Há dois distratores que sugerem que os raios de luz trafegam no sentido contrário, do observador para o objeto, porém, a alternativa B que afirma que “os raios de luz emitidos

pelos olhos do índio desviam sua trajetória quando passam do ar para a água” foi mais assinalada pelos estudantes da rede privada em termos percentuais, pois além de apresentarem a concepção alternativa de que os raios de luz foram emitidos pelos olhos do índio, afirmaram que a luz sofre desvio ao atravessar de um meio para o outro, o que condiz com o fenômeno da refração. Deste modo, o fato da alternativa estar correta sobre o conceito de refração e apresentada de uma forma bem comum, encobriu o conceito equivocado sobre o sentido de propagação da luz. Ou seja, mesmo com frequência de alternativas parecidas, podemos supor que estudantes da rede privada carregam consigo conceitos decorados que sempre funcionaram em exercícios mais objetivos.

Analisando a alternativa correta (E), percebemos que cerca de metade (49,6%) dos estudantes da rede privada acertaram a questão contra apenas um quinto (21,5%) dos estudantes da rede pública. Portanto, é provável que concepções alternativas sobre o sentido da propagação retilínea da luz e o sobre o conceito de refração são menos confrontados na rede pública do que na privada.

O item seguinte também pertence à Prova Azul de 2012 que, no geral, apresentou muitas questões conceituais. O item aborda conceitos de ondas eletromagnéticas não visíveis, neste caso, a radiação. A problematização da questão gira em torno do equívoco da companhia aérea recusar-se a transportar material esterilizado por irradiação, o que dá margem para descobrirmos se os estudantes manifestam alguma concepção alternativa acerca desse tema.

QUESTÃO 84

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.

Figura 3: Item 84 do ENEM 2012, prova azul

ENEM 2012 - item 84							
Rede escolar		A	B	C	D	E	Total
Privada	N	64107	27345	23368	90348	40305	246115
	%	26,1	11,1	9,5	36,7	16,4	21,4
Pública	N	199785	149790	141382	260555	150280	905871
	%	22,1	16,5	15,6	28,8	16,6	78,7
Total	N	276619	185059	171728	367499	199210	1151986
	%	24,0	16,1	14,9	31,9	17,3	100,0

Tabela 3: Frequência das alternativas por rede escolar para o item 84 do ENEM 2012, prova azul

Através da Tabela 3 podemos verificar que cerca de 24% dos candidatos assinalaram a alternativa correta e aproximadamente 32% deles tenderam ao distrator D, que afirma que “o material irradiado emite radiação de intensidade abaixo daquela que ofereceria riscos à saúde”. Esta afirmação não é verdadeira no contexto que o enunciado propõe, porque o material foi irradiado e não contaminado, impedindo-o de se tornar uma nova fonte de radiação. Por outro lado, é a única alternativa que menciona o termo “risco à saúde”, e segundo Medeiros (2010), “muitos estudantes não conseguem definir ao certo o termo radiação, mas associam-no a problemas”. Ou seja, os candidatos possuem a concepção de que qualquer material que tenha sido irradiado, estaria contaminado e se tornaria uma nova fonte de radiação, oferecendo riscos à saúde.

Essa concepção alternativa se manifestou mais nos estudantes da rede privada do que na rede

pública se compararmos os percentuais dentro de cada rede escolar separadamente, aproximadamente 37% contra 29%, respectivamente.

O item apresentado na Figura 4 situa uma garota com o propósito de se bronzear utilizando a luz de uma lâmpada incandescente e questiona o motivo do objetivo não estar sendo atingido. O enunciado informa também que a melanina, substância responsável pela pigmentação na pele, é produzida através da incidência de luz ultravioleta.

QUESTÃO 88

Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum.

O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de

- A baixa intensidade.
- B baixa frequência.
- C um espectro contínuo.
- D amplitude inadequada.
- E curto comprimento de onda.

ENEM 2012 - item 88							
Rede escolar		A	B	C	D	E	Total
Privada	N	111670	62129	13564	22423	35879	246115
	%	45,4	25,2	5,5	9,1	14,6	21,4
Pública	N	410787	119648	58580	137501	176397	905871
	%	45,4	13,2	6,5	15,2	19,5	78,6
Total	N	547659	190715	75547	166032	221560	1151986
	%	47,5	16,6	6,6	14,4	19,2	100,0

Figura 4: Item 88 do ENEM 2012, prova azul

Tabela 4: Frequência das alternativas por rede escolar para o item 88 do ENEM 2012, prova azul

Com base nos dados da Figura 4 e na Tabela 4, é possível verificar que tanto na rede privada quanto na rede pública, quase metade da amostra total (47,5%) assinalou a alternativa A, afirmando que “a garota não conseguiu se bronzear pelo fato da luz emitida pela lâmpada incandescente ser de baixa intensidade”. Provavelmente, essa fração de candidatos que foi condizente com essa afirmação não se atentou ao enunciado que informa ser a melanina o fator estimulado por luz ultravioleta, que é uma característica de frequência das ondas, e não pela quantidade de energia que ela pode transportar.

Outra hipótese a ser levantada vai de encontro ao senso comum, de que é mais frequente produzir melanina por exposição a luz solar em dias mais ensolarados e quentes, em que a intensidade da luz é elevada. Ou seja, os estudantes ignoraram a causa da produção de melanina quando associaram o bronzeamento à exposição a luz solar de alta intensidade, desconsiderando que a luz solar contém uma grande faixa de frequências e que a ultravioleta está contida nela.

Considerações finais

Com base nas análises apresentadas, inferimos que as concepções alternativas manifestadas pelos candidatos nos itens expostos são específicas para cada contexto. Além disto, o exame exige conhecimentos científicos escolares, que por sua vez carregam concepções alternativas, de modo que dependendo do tipo de questão, de preferência conceitual, facilita a identificação dessas concepções, abrindo espaço para novas pesquisas sobre o tema.

Entretanto, as análises descritas indicam que alunos da rede privada são preparados para solucionarem provas descontextualizadas, por meio de aplicações de fórmulas, e estão acostumados a analisarem dados isolados sem aplicá-los a diferentes contextos. Ou seja, mesmo que saibam que “para mesmos comprimentos de onda a velocidade de propagação seria proporcional a sua frequência”, no contexto do item da Figura 1 essa informação não seria tão relevante.

Também pudemos verificar que os estudantes associam o termo radiação com riscos à saúde e não como uma ferramenta que possa ser utilizada para conter prejuízos da mesma magnitude. Para aplicações mais específicas, como no item da Figura 4, sobre a pigmentação da pele, verificamos que o senso comum de que a alta incidência solar de alta intensidade seja responsável pelo bronzeamento da pele, desconsiderando as diversas frequências de onda que podem conter na luz solar.

Embora as análises estejam na fase inicial, é possível vislumbrar que em questões conceituais é possível perceber a influência de concepções alternativas e/ou de senso comum na análise dos candidatos. Na continuidade, outros Objetos do Conhecimento serão investigados.

Agradecimentos e apoios

Ao INEP, pelo suporte técnico e financeiro para a realização desta pesquisa.

Referências

BRASIL. **Documento básico**. Brasília: [s.n.], 1999.

BRASIL. **Proposta a Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior**. Brasília: [s.n.], 2009.

BRASIL. **Matriz de Referência para o ENEM 2009**. Brasília: [s.n.], 2009.

GEBARA, M. J. F.. **O ensino e a aprendizagem de física: contribuições da História da Ciência e do Movimento das Concepções Alternativas. Um estudo de caso**. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, p. 171. 2001.

MEDEIROS, M. A. Contextualizando a abordagem de radiações no Ensino de Química. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, MG. v.12. n.03. p.65-84. set-dez. 2010.

MISCONCEPTIONS in Teaching Introductory Physics. **Comprehensive Conceptual Curriculum for Physics**. Department of Physics. University of Dallas. 2013. Disponível em: < <http://phys.udallas.edu/C3P/Preconceptions.pdf> >. Data de acesso: 07/04/2015.

PEDUZZI, L. O. Q.; ZYLBERSZTAJN, A.; MOREIRA, M. A.. As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história da ciência numa sequência de conteúdos em mecânica: o referencial teórico e a receptividade de estudantes universitários à abordagem histórica da relação força e movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Gramado, v. 14, n. 4, p. 239-245, Agosto 1992.

SILVA, V. A.. Análise dos Objetos do Conhecimento de Física nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC** Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.

SINVAL, T. H. D.; SILVA, G. S. F. D.; MANSOR, M.. **O uso do Inventário de Concepção de Força para análise das concepções de mecânica newtoniana de alunos de Licenciatura em Física**. Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo - CEFET/SP. Vitória, ES, p. 10. 2009.

VALADARES, J. A. C. S.. **Concepções Alternativas no Ensino da Física a luz da Filosofia da Ciência**. 1995. 821 f. Tese de doutorado em Ciências da Educação. Universidade Aberta Lisboa. Portugal. 1995. p. 347.

YAGUTI, R.; GEBARA, M. J. F. As Concepções Alternativas em Física no final da Educação Básica. **XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Maresias, SP. 2014.