

DISCUSSÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA FÍSICA DO ENEM: APROXIMAÇÕES ENTRE PESQUISA E PRÁTICA DE ENSINO

Marcos Fernandes Sobrinho¹
Instituto Federal Goiano
Universidade Estadual Paulista, Brasil.

Tiago Clarimundo Ramos
Instituto Federal Goiano, Brasil.

Paulo Vitor Teodoro de Souza
Instituto Federal Goiano
Universidade de Brasília, Brasil.

Wildson Luiz Pereira dos Santos (*In Memoriam*)
Universidade de Brasília, Brasil.

RESUMO: No Brasil, o Exame Nacional do Ensino Médio é aplicado a estudantes desse nível de escolarização, ou que já o concluíram, ou ainda, aos que desejam obter a correspondente certificação, e tem sido orientado pelos princípios da interdisciplinaridade e da contextualização, considerados fundantes da educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), utilizada como aporte teórico neste artigo, com ênfase às discussões sociocientíficas. Predomina a abordagem qualitativa, na perspectiva da análise de conteúdo, e identificamos potenciais temas, em questões de Física do exame, com o objetivo de avançarmos frente às dificuldades de se implementar discussões sociocientíficas, no ambiente escolar. Os resultados falseiam a realidade do contexto escolar, considerando que essas dificuldades foram minimizadas ao estabelecermos trilhas possíveis à implementação daquelas discussões.

PALAVRAS-CHAVE: Educação CTS, discussões sociocientíficas, questões de Física do Enem.

OBJETIVAÇÕES: Nesse diapasão, considerando que o estudo se desenvolveu com a finalidade de compreender como os professores se apropriam e utilizam questões do exame, para fins de planejamento e desenvolvimento de suas atividades letivas, objetivamos analisar as questões de Física do Enem, compreender e (des)cortinar elementos, a partir dos correspondentes enunciados, selecionando e apontando aqueles com potencial para apoiar possíveis estratégias (direcionamento, organização, utilização dessas questões e articulações com o currículo escolar) que poderão servir como mais um conjunto alternativo de fontes e de apoio e que, não apenas mas também por isso, podem ser utilizados pelo professor de Física, no desencadeamento do planejar e utilizar discussões a partir de temas sociocientíficos (TSC).

1. Realiza estudos de Pós Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, na Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (PPGEC/FC/Unesp/Bauru).

INTRODUÇÃO

O presente artigo se apresenta sistematizado e revisto, além de figurar como um dos trabalhos decorrentes da tese de doutoramento do primeiro autor. O contexto da investigação está em edições do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), para o período de (2013-2015), aplicado no Brasil a estudantes concluintes (que concluíram, ou que desejam obter certificação²) desse nível de escolarização. Na realidade educacional brasileira temos assistido a uma crescente adesão ao Enem, por parte das instituições de ensino superior (IES), em utilizá-lo como uma forma alternativa de seleção que vem sendo cada vez mais utilizada, para o acesso a este ensino.

Decorrem, dessa crescente adesão, reflexos na “vida” da escola básica que, em geral, são devidos à quantidade de pessoas (professores, alunos e comunidade escolar) envolvida com o exame que, apenas em 2015, atingiu próximo de oito milhões de inscrições confirmadas, de acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), órgão do Governo Federal ligado ao Ministério da Educação (MEC), responsável pelo Enem.

A perpetração de modelos de ensino pautados na ideia de mera transmissão de informações contribuem para uma formação fragilizada do estudante, diante da recorrente e simples repetição de respostas prontas, prejudica a compreensão acerca dos fenômenos da natureza, na medida em que as discussões sobre esses fenômenos simplesmente não são favorecidas além de, em geral, não ocorrerem; o que contribui para que não haja aprendizagem de conceitos relacionados àqueles fenômenos, além de dificultar a compreensão de relações de causas e efeitos tecnológicos e sociais decorrentes (Fernandes-Sobrinho, 2016) “number-of-pages”: 349, “genre”: “Doutorado”, “event-place”: “Brasília”, “abstract”: “O estudo se insere nos contextos do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).

No contraponto desses modelos, estudos sinalizam que trabalhar discussões sociocientíficas (DSC) tem-se revelado útil à aprendizagem de conteúdos e compreensão de processos relativos à natureza científica e tecnológica, corroborando com o desenvolvimento cognitivo, social, político, moral, ético e da habilidade argumentativa dos estudantes (Levinson et al., 2001, Jiménez-Aleixandre & Federico-Agraso, 2006).

QUADRO TEÓRICO

Este trabalho aponta resultados de pesquisa de doutoramento do primeiro autor, com validação dos demais colaboradores. Fundamentamos o estudo a partir de pesquisas CTS, com foco na utilização de discussões de questões sociocientíficas (QSC), em que destacamos a defesa de vários pesquisadores (Kolstø, 2001, Millar & Osborne, 1998, Zeidler, 1984, Santos & Mortimer, 2009) em educação CTS acerca da sua inclusão nos currículos de ciências. A educação CTS tem mostrado grande potencial na na construção de impressões mais realísticas e humanas da atividade científica e de ações de divulgação científica, indispensáveis à formação cidadã, capazes de possibilitarem decisões responsáveis em situações vinculadas a QSC.

Apesar dessas potencialidades, de acordo com Martínez Pérez e Carvalho (2012), há dificuldades de se implementar essas discussões de QSC, no contexto da sala de aula. Essas dificuldades, segundo estes autores, devem-se à especialização dos professores em disciplinas específicas e, também, por não estarem preparados para trabalhar dimensões consideradas essenciais a discussões sociocientíficas (DSC) – social, política e ética.

Outros estudos (Millar & Osborne, 1998, Levinson et al., 2001, Lock, 2002) têm apontado desdobramentos negativos dos exames nacionais, incluindo questões e atividades que guardam even-

2. Há certa expectativa de que, ainda em 2017, o Enem não mais certificará a conclusão do ensino médio. Porém, até o fechamento deste texto, a reforma ainda não foi publicada oficialmente.

tual relação com as provas desses exames). Em sistemas educacionais orientados e impulsionados pelo sucesso em exames em larga escala e dessa natureza, docentes costumam dar pouca relevância a temas ou a atividades desvinculados de questões presentes em provas desse tipo e, desta forma, a prática docente tende a priorizar aspectos dessas avaliações focados na perspectiva de conceitos, definições e fatos meramente memorizados (Reis & Galvão, 2008).

PROBLEMA E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

A questão que guia nosso estudo é: que elementos o professor poderá utilizar, para viabilizar DSC, a partir de temas sociocientíficos (TSC) potencialmente presentes em (ou que emergem) de questões de Física do Enem no período entre 2013 e 2015)?

A investigação tem cunho qualitativo e, como referencial metodológico, utilizamos a Análise de Conteúdo (AC) proposta por Bardin, (2011) que consiste, basicamente, de três fases para a consecução da AC que foram: (1) pré-análise, (2) exploração do material, e (3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Realizamos, então, um estudo exploratório com 13 professores de Física (seis do sexo feminino e sete, masculino), de seis escolas públicas estaduais, de uma região do interior do Centro-Oeste brasileiro, em que procuramos identificar a utilização (ou não) de questões do exame para utilizá-los como material de apoio às aulas de Física, tanto no contexto da prática letiva, como no planejamento daquelas, com o propósito de trabalhar os conteúdos disciplinares.

Aplicamos um questionário semiaberto a todos os participantes e cinco foram selecionados, levando-se em consideração a manutenção percentual de características do perfil encontrado entre todos eles (sexo; idade; situação funcional: contratado ou efetivo; tempo de atuação no ensino de Física; tempo de conclusão da graduação; área de formação inicial; e nível de titulação pós-graduada) e, então, entrevistados.

RESULTADOS

Gráficos e tabelas foram construídos e nos permitiram identificar o nível de influência das questões do exame quando do desenvolvimento de atividades de planejamento do professor-sujeito. Percebemos que dos 13 professores, 11 assumem que as questões influenciam essas atividades de planejamento de um nível médio ao mais elevado, na escala de Likert de cinco níveis, o que nos sugere haver certa coerência entre as respostas contidas no quadro 1. O professor não apenas utiliza as questões do Enem para fins de planejamento de suas atividades como também acompanha o exame por meio delas.

Observamos também que os entrevistados acompanham o Enem, basicamente por meio das questões, o que pode levá-lo a não entender, em maior profundidade, os propósitos do exame. Além disso, esse formato de acompanhamento do exame pode se desdobrar em uma percepção ingênua acerca do Enem, dado que as questões, por si só, não dão conta de expressá-lo e, por possível decorrência, as políticas públicas a ele ligadas, não chegam nas escolas públicas como deveriam. Talvez fosse interessante que o professor pudesse dedicar à leitura (e ao estudo) dos documentos relativos ao Enem, ou mesmo de alguns trabalhos produzidos pela comunidade de pesquisadores em educação e em ensino, que se dedicam ao tema.

Essas análises corroboram com o que a literatura internacional aponta, acerca da apropriação, pelos professores, de questões de exames nacionais (Enem, no caso brasileiro, em comento), para desenvolver atividades de ensino e(ou) planejá-las, (ver por exemplo, (Millar & Osborne, 1998, Levinson et al., 2001, Lock, 2002).

Exatamente aqui, reside nossa intenção de contribuir com a área de pesquisa em educação CTS e QSC, ao identificarmos, por meio do levantamento de questões de Física do Enem (2013- 2015), aqueles que têm potencial para discussões a partir de temas sociocientíficos (TSC), enquanto potencial alternativa no sentido de minimizarmos as dificuldades apontadas pela literatura em se desenvolver essa modalidade de trabalho docente, relacionado a temas controversos e de engajamentos político, econômico, social, saúde e outros.

De posse da transcrição das entrevistas elaboramos o quadro, com base na perspectiva analítica da análise de conteúdo (Bardin, 2011), consignando extratos das transcrições.

Quadro 1.
Análise da entrevistas semiestruturadas

Unidade de análise e categoria entrevistados: Relação do Enem com o processo de ensino.	
Modo de coleta: entrevista semiestruturada	
Unidade de Contexto	Relação do Enem com o processo de ensino de Física conta UR que sugerem elementos potenciais para se trabalhar TSC.
Unidades de Registro (Temas)	"questão discutida dentro da sala de aula". Explicita aspectos relacionados à utilização ou não de questões do Enem, na sala de aula.
	"aprenderam"; "fizeram uma pesquisa, pra saber a potência"; "seminariozinho". Mudança da prática de ensino a partir de questões do Enem.
	"questão do consumo"; "aparelhos gastam mais energia". Estabelece relações entre conhecimento científico e exercício da cidadania, a partir de questões do Enem.
Excertos de entrevistas: (P1): em questão de 'ambientais', eu lembro que a gente fez uma pesquisa em questão de energia eólica, certo? Energia eólica, os 'menino' 'pesquiso' 'comêque' funciona a turbina ali, 'né'? E é uma <u>energia branca</u> , né? E que <u>não tem contaminação com o meio ambiente</u> , em questão dessa discussão que teve, 'eee tem meios alternativos', certo? (P5) 'Pra' <u>minha própria experiência</u> , eu creio que as questões mais <u>contextualizadas</u> , 'atrai' mais a atenção do aluno. E o aluno desperta mais interesse pela matéria. Por que só simplesmente 'é' resolver um problema, abstrato. (P4): A <u>questão do consumo</u> , né? Da energia elétrica. (...) <u>Aprenderam</u> por que muitas vezes eles 'passam batido', como que é 'medido' a energia, o <u>consumo</u> , ali; Quais são os <u>aparelhos que gastam mais energia</u> , né? 'Ééé', os alunos, nessa ocasião, <u>fizeram uma pesquisa, pra saber a potência</u> , né? De <u>cada aparelho, o consumo</u> , e [apresentaram] 'num' 'seminariozinho' [...].	
Categoria gerada após análise de todas as falas pela técnica de síntese: Influência de questões do Enem no processo de ensino e de planejamento de atividades letivas com potencial para discussões sociocientíficas.	

Fonte: Elaboração nossa, a partir dos dados da pesquisa

Por fim, percorremos as edições válidas do Enem (2013-2015) e selecionamos, entre as 45 (quarenta e cinco) questões de Física que são, em média, 15 (por edição), e identificamos aqueles que apresentavam elementos de contextualização de acordo com as categorizações propostas por Wartha & Faljoni-Alário (2005), no contexto do ensino de Química. Porém, no presente artigo optamos por adaptá-las ao ensino de Física. Assim, tomamos emprestado à identificação do termo "contextualização" (p. 44) presentes nos enunciados das questões, as três categorias adaptadas à física: i) informações de caráter físico, que tenham relação com o conceito científico abordado ou que sejam exemplos de aplicações científicas; ii) ideias do senso comum traduzidas em conhecimentos científicos; iii) processos produtivos e/ou ambientais traduzidos em termos físicos. Do estudo exploratório acima descrito, construímos quadros, um para cada ano de edição válida, para o período analisado.

Para além do critério utilizado com fins de identificação da contextualização dos enunciados, utilizamos como elementos geradores e categoriais para os TSC (explícitos ou implícitos/latentes), o conjunto de dez características que identificam as QSC, propostas por Ratcliffe e Grace (2003), que são:

1. Tem base na ciência, frequentemente em áreas que estão nas fronteiras do conhecimento científico.
2. Envolvem a formação de opiniões e a realização de escolhas no nível pessoal e social.

3. São frequentemente divulgadas pela mídia com destaque a aspectos baseados nos interesses dos meios de comunicação.
4. Lidam com informação incompleta sejam elas de evidências científicas incompletas ou conflitantes e lacunas nos registros.
5. Lidam com problemas locais e globais e suas estruturas sociais e políticas.
6. Envolvem a análise de custo e benefício na qual os riscos interagem com valores.
7. Podem envolver considerações sobre desenvolvimento sustentável.
8. Envolvem valores e raciocínio ético.
9. Podem requerer algum entendimento de probabilidade e risco.
10. São frequentemente pontuais durante a transição de uma vida (p. 01).

Para fins de codificação das questões, adotamos o formato: 2009.1.A.17.E, em que, “2009”, representa o ano de aplicação da edição do Enem; “1” significa que se trata da 1ª aplicação, naquele ano; “A”, a cor da prova (neste caso, “azul”; “B”, se for a “branca”); “17” traduz o número da questão selecionada; e “E”, a correspondente a alternativa correta, de acordo com o gabarito definitivo oficial.

A seguir, apresentamos um entre os exemplos de questões de Física analisadas, categorizadas de acordo com o proposto por Wartha e Faljoni-Alário (2005) e o respectivo quadro com a análise dos enunciados, e que têm potencial para se explorar discussões a partir de TSC, com base nas características das QSC propostas por Ratcliffe e Grace (2003).

QUESTÃO 68

Uma proposta de dispositivo capaz de indicar a qualidade da gasolina vendida em postos e, consequentemente, evitar fraudes, poderia utilizar o conceito de refração luminosa. Nesse sentido, a gasolina não adulterada, na temperatura ambiente, apresenta razão entre os senos dos raios incidente e refratado igual a 1,4. Desse modo, fazendo incidir o feixe de luz proveniente do ar com um ângulo fixo e maior que zero, qualquer modificação no ângulo do feixe refratado indicará adulteração no combustível.

Em uma fiscalização rotineira, o teste apresentou o valor de 1,9. Qual foi o comportamento do raio refratado?

- ☐ A Mudou de sentido.
- ☐ B Sofreu reflexão total.
- ☐ C Atingiu o valor do ângulo limite.
- ☐ D Direcionou-se para a superfície de separação.
- ☒ E Aproximou-se da normal à superfície de separação.

Fig. 1. Questão 68 - Enem 2014 – 1º dia CNT - Caderno 1 - Azul *Fonte:* (Brasil, 2014, p. 24)

Quadro 2.

Análise da unidade de registro: 2014.1.A.68.E

Codificação: 2014.1.A.68.E		
Categoria: informações de caráter físico, que tenham relação com o conceito científico abordado ou que sejam exemplos de aplicações		
Elemento identificador de potencial para TSC: Envolvem valores e raciocínio ético (Ratcliffe & Grace, 2003).		
Objeto(s) de conhecimento associado(s) à MRCNT	Assunto(s), associado(s) à MRCNT, explorado(s)	Esboço de análise à unidade de contexto: potencial da questão para explorar discussões de TSC
Oscilações, ondas, óptica e radiação	Reflexão e refração.	Possibilita discussões sobre questões técnicas de fiscalização e medições de grandezas (como índices e ângulos de refração). Permite discutir meios de instrumentalização do cidadão no sentido de situá-lo em questões éticas e de valores relacionadas a situações fraudulentas. Possível TSC: Fundamentos de Ondas e Ótica e a possibilidade de se detectar situações fraudulentas na comercialização de combustíveis.

Fonte: Elaboração do autor, a partir dos dados da pesquisa

CONSIDERAÇÕES

Temos (cons)ciência de que ações isoladas à formação docente, elaboração de materiais didáticos/paradidáticos, planos de ensino que visem determinadas implementações não assegurarão redirecionamentos no ambiente educacional que pretendem formação científico-tecnológica de cunho humanista.

Nesse sentido, as contribuições do estudo à área de pesquisa em educação CTS e QSC se revelam na medida em que damos um passo rumo à melhor articulação e aproximação entre o que sinalizam as pesquisas em educação CTS e a prática de ensino, no que se refere às dificuldades de se implementar DSC, em contextos de transferência [ambiente escolar], quando da utilização de questões de exames nacionais em atividades, porém, comumente restritas à memorização enciclopédica de conteúdos específicos e de sua reprodução acrítica, com perguntas e respostas prontas.

Embora tenhamos identificado algumas potencialidades na direção pretendida, essas ainda não foram testadas no contexto real da sala de aula; o que limita o estudo ao tempo em que abre novas e latentes possibilidades de frentes investigativas sobre situações de ensino que se apropriem desse levantamento.

A investigação também abre e amplia possibilidades de acesso a novas fontes e gêneros textuais com potencial para apoiar educadores no planejamento e execução de atividades letivas, voltadas às DSC, permitindo ir além do desenvolvimento de atividades meramente propedêuticas.

APOIO E AGRADECIMENTOS

O presente trabalho teve apoio do Instituto Federal Goiano (IF Goiano – *Campus* Urutaí) e com suporte financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg). O primeiro autor é bolsista do Programa Nacional de Pós Doutorado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (PNPD/CAPEs).

REFERÊNCIAS

- BARDIN, L. (2011). *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- BRASIL. (2014). Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Exame Nacional do Ensino Médio. Caderno Azul.
- FERNANDES-SOBRINHO, M. (2016). *Temas sociocientíficos no Enem e no livro didático: limitações e potencialidades para o ensino de Física* (Doutorado). Universidade de Brasília (UnB), Brasília. Recuperado de http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/21065/1/2016_MarcosFernandesSobrinho.pdf
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P., & FEDERICO-AGRASO, M. (2006). A argumentação sobre questões socio-científicas: processos de construção e justificação do conhecimento em sala de aula. *Educação em Revista*, 43, 13–35.
- KOLSTØ, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291–310. <https://doi.org/10.1002/sce.1011>
- LEVINSON, R., TURNER, S., KOULOURIS, P., DESLI, D., DOUGLAS, A., EVANS, J., & KIRTON, A. (2001). The teaching of social and ethical issues in the school curriculum arising from developments in biomedical research: a research study for teachers.
- LOCK, R. (2002). Ethics and evidence. In *Dilemmas of science teaching: perspectives on problems of practice* (179–182). London: Routledge/Falmer.
- MARTÍNEZ PÉREZ, L. F., & CARVALHO, W. L. P. DE. (2012). Contributions and difficulties in dealing with social/scientific issues in the practice of science teachers. *Educação e Pesquisa*, 38(3), 727–741.

- MILLAR, R., & OSBORNE, J. (1998). *Beyond 2000: science education for the future : a report with ten recommendations*. London: King's College London, School of Education.
- RATCLIFFE, M., & GRACE, M. (2003). *Science Education For Citizenship: Teaching Socio-Scientific Issues*. McGraw-Hill Education (UK).
- REIS, P., & GALVÃO, C. (2008). Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 746–772.
- SANTOS, W. L. P. DOS, & MORTIMER, E. F. (2009). Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(2), 191–218.
- WARTHA, E. J., & FALJONI-ALÁRIO, A. (2005). A contextualização do ensino de Química através do livro didático.
- ZEIDLER, D. L. (1984). Moral issues and social policy in science education: Closing the literacy gap. *Science Education*, 68(4), 411–419. <https://doi.org/10.1002/sce.3730680406>

