

Contextualização CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no ENEM (2012-2016)

Contextualization CTS (Science, Technology and Society) in ENEM (2012-2016)

Maria de Fátima Costa Sbrana

Mestranda na UFABC
fatima.sbrana@ufabc.edu.br

Evonir Albrecht

Professor Doutor da UFABC
evonir.albrecht@ufabc.edu.br

Marcia Aguiar

Professora Doutora da UFABC
marcia.aguiar@ufabc.edu.br

Resumo

Os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) orientam um ensino contextualizado científico-tecnologicamente, que proporcione ao estudante a compreensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Nesta perspectiva, a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e a Educação Matemática Crítica podem contribuir para um ensino contextualizado e interdisciplinar. Este estudo apresenta uma análise das questões de matemática apresentadas no ENEM, no período de 2012 a 2016, com o objetivo de investigar se essas questões possuem em seu contexto, questionamentos relacionados à abordagem CTS, bem como examinar se estão relacionadas com outras áreas de conhecimento, em uma abordagem interdisciplinar. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter descritivo, tendo como base a análise de conteúdo de acordo com Bardin (2011). Dentre as 225 questões analisadas, constatamos que 62,2% não compreendem relação com outras áreas de conhecimento e tampouco possibilitam questionamentos que contribuem com a formação crítica dos estudantes para o exercício da cidadania.

Palavras chave: ENEM, ensino de matemática, abordagem CTS, contextualização.

Abstract

The National Curriculum Parameters (PCN) guides a contextualized scientific-technological teaching that provides students with an understanding of the relationships between science, technology and society. In this perspective, the CTS approach and Critical Mathematics Education can contribute to contextual and interdisciplinary teaching. This study presents an analysis of the mathematics questions presented in the ENEM, from 2012 to 2016, in order to investigate whether these questions have in their context, questions related to the Science, Technology and Society, as well as examine whether they are related to other knowledge areas,

in an interdisciplinary approach. This is a qualitative research, of a descriptive nature, based on content analysis according to Bardin (2011). Among the 225 questions analyzed, we found that 62.2% didn't understand other areas of knowledge and didn't allow questions that contribute to the critical formation of students for the exercise of citizenship.

Key words: ENEM, Mathematics teaching, Approach CTS, contextualization.

Introdução

O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), criado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep) em 1998, é um exame individual, de caráter voluntário, oferecido anualmente aos estudantes concluintes e aos egressos do ensino médio, com o propósito de avaliar o desempenho dos estudantes ao final da escolaridade básica, como também, verificar o desenvolvimento de competências fundamentais ao exercício pleno da cidadania.

Em conformidade ao Documento Básico do ENEM (2002), o Exame Nacional foi criado a partir da determinação da LDB, que assegura processo nacional de avaliação do rendimento escolar. Além do que, o Exame foi estruturado tendo como referência a LDB, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a Reforma do Ensino Médio, assim como os textos que sustentam sua organização curricular em áreas de conhecimento e as matrizes curriculares de referência para o SAEB. Para tanto, foi concebida uma matriz com a indicação de competências e habilidades associadas aos conteúdos (BRASIL, 2002, p.5).

Em 2009, o ENEM passou por uma reformulação e passou a ser utilizado como forma de seleção unificada nos processos de seleção das universidades públicas federais, com o objetivo de democratizar as oportunidades de acesso às vagas de ensino superior nas instituições federais, possibilitar a mobilidade acadêmica e induzir a reestruturação dos currículos do ensino médio (BRASIL, 2009, p.5).

Com a reformulação, o ENEM passou a ser chamado de Novo ENEM e sua estrutura mudou de uma prova única, de múltipla escolha com 63 questões e redação, com duração de 4 horas, para uma prova com 180 questões, realizada em dois dias, dividida em quatro áreas: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (incluindo redação), Ciências Humanas e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias. A divisão por áreas proposta pelo novo ENEM coincide com a organização dos PCN do Ensino Médio e busca uma educação de base científica e tecnológica:

A estruturação por área de conhecimento justifica-se por assegurar uma educação de base científica e tecnológica, na qual conceito, aplicação e solução de problemas concretos são combinados com uma revisão dos componentes socioculturais orientados por uma visão epistemológica que concilie humanismo e tecnologia ou humanismo numa sociedade tecnológica. (BRASIL, 1999b, p.19).

No entanto, Pinheiro (2005), em sua tese de doutorado, observa que a matemática é uma das áreas que têm encontrado dificuldades em tratar de assuntos que envolvam a

ciência, a tecnologia e a sociedade no ambiente escolar e discute sobre a importância dos estudos CTS na contribuição do desenvolvimento desse saber.

Machado (2012) investigou se as questões de matemática do ENEM, no período de 2009 a 2011 trazem informações que estabelecem uma relação entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade em interface com os conceitos matemáticos e observou que as questões apresentaram predomínio de texto simples, direto, que não exigiam um conhecimento matemático complexo para ser utilizado como ferramenta para o enfrentamento de situações sociais e políticas futuras dos estudantes.

Tais pesquisas demonstram a necessidade da Matemática como conhecimento que pode nos auxiliar na compreensão do desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia. Tais aspectos motivaram esta pesquisa, cujos questionamentos são:

As questões de matemática propostas pelo ENEM, no período de 2012 a 2016, possuem em seu contexto assuntos relacionados à ciência, tecnologia e sociedade? Apesar dos documentos oficiais orientarem para um ensino interdisciplinar e contextualizado, encontramos nas questões de matemática do ENEM, no período de 2012 a 2016, a relação desta disciplina com as demais disciplinas das ciências?

O objetivo deste estudo é verificar se e quais questões de matemática do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), no período de 2012 a 2016, apresentam uma contextualização embasada em ciência, tecnologia e sociedade (CTS).

A Abordagem CTS e a Educação Matemática Crítica

No final dos anos 1960 e início dos anos 1970, na Europa e EUA, devido ao agravamento de problemas ambientais e associação do desenvolvimento científico e tecnológico com a guerra, a ciência e a tecnologia tornaram-se alvo de críticas provocando o surgimento do movimento CTS (AULER E BAZZO, 2001). Bazzo et al. (2003), define CTS como :

Campo de trabalho de caráter crítico e interdisciplinar, onde se estuda a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto no que diz respeito aos seus antecedentes sociais como no que corresponde a suas consequências sociais e ambientais (BAZZO et al., 2003, p.159).

Segundo Santos (2007), esse movimento promoveu novos currículos no ensino de ciências, que incorporou os conteúdos de ciência, tecnologia e sociedade. O objetivo principal do enfoque CTS na educação básica é a promoção da educação científica e tecnológica dos estudantes, auxiliando-os na construção de conhecimentos e atitudes responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade (SANTOS E MORTIMER, 2002).

D'Ambrosio (2003) acredita que são dois os objetivos da Educação Matemática, “ser parte da educação geral, preparando o indivíduo para a cidadania, e servir de base para uma carreira em ciência e tecnologia”. Para tanto, D'Ambrosio comenta que tais objetivos “devem contemplar o conhecimento matemático atual, como ele se manifesta no dia-a-dia e na ciência e tecnologia do momento (D'AMBROSIO, 2003, p. 01)”, ou seja, é necessário considerar o “conhecimento moderno, impregnado de ciência e tecnologia (D'AMBROSIO, 2010, p.87)”.

Neste sentido, compreendemos que o ensino de matemática deve ser contemplado como ferramenta para entender a ciência e a tecnologia, visto que, “a articulação da matemática ensinada no ensino médio com temas atuais da ciência e da tecnologia é possível e necessária (BRASIL, 2006, p.87 e 94)”. Como afirma Bazzo e Pinheiro (2009):

Longe de ser apenas uma ferramenta que auxilia as demais ciências ou um amontoado de fórmulas e regras, a matemática se constitui em conhecimento que pode nos auxiliar na compreensão do desenvolvimento da ciência e da tecnologia, sendo, muitas vezes, a balizadora e responsável pelas tomadas de decisões em torno de vários fenômenos científico-tecnológicos (BAZZO E PINHEIRO, 2009, p. 04).

Nesta perspectiva, Ole Skovsmose propõe a Educação Matemática Crítica, que surge na década de 1980, como um caminho para o desenvolvimento de competências que contribuam para a compreensão da matemática no contexto socioeconômico, científico e tecnológico, em uma perspectiva de postura crítica e de tomada de decisão (SKOVSMOSE, 2001).

De acordo com Skovsmose (2001), o principal propósito da Educação Matemática Crítica é possibilitar aos alunos a interpretação da realidade, de forma que eles tenham condições de organizarem-se para intervir no contexto social e político em que estão envolvidos. Nesse sentido, o autor destaca que a matemática, quando concebida de maneira crítica, pode levar a transformações de tendência científica, tecnológica e social. O autor aponta três tipos de conhecimentos matemáticos a serem desenvolvidos na formação dos cidadãos: o conhecimento matemático, relacionado às habilidades matemáticas como a reprodução de teoremas e provas, algoritmos; o conhecimento tecnológico, relacionado a habilidades em aplicar a matemática e às competências na aplicação de modelos; o conhecimento reflexivo, que se refere à competência de refletir sobre o uso da matemática e a avaliar. Essas reflexões têm a ver com avaliações das consequências do empreendimento tecnológico.

A abordagem CTS e a EMC se encontram na formação dos cidadãos que sejam capazes de fazer uma leitura crítica do mundo onde vivem, possibilitando a sua participação no sentido de promover mudanças em assuntos que envolvem a Ciência e a Tecnologia em uma sociedade altamente matematizada e tecnológica.

Aspectos Metodológicos

Esta investigação é de natureza qualitativa, de caráter descritivo e para análise dos dados utilizaremos Análise de Conteúdo segundo Bardin (2011). A autora explica que a codificação deve ser organizada baseada na escolha do recorte do material, na escolha das regras de contagem e na escolha de categorias. O objetivo inicial da categorização é fornecer uma representação simplificada dos dados brutos e a categorização pode empregar dois processos. No primeiro processo o sistema de categorias é fornecido previamente e os elementos são repartidos entre as categorias, na medida em que são vistos. No segundo processo, o sistema de categorias é construído como resultado do desenvolvimento da análise dos elementos. Segundo Bardin (2011) as categorias utilizadas na análise podem ser elaboradas tendo como base a teoria.

O critério de categorização utilizado neste estudo foi semântico (categorias temáticas), estabelecido previamente com base nas discussões apresentadas neste estudo sobre a abordagem CTS.

Segundo Santos e Mortimer (2002), os currículos CTS se articulam em torno de temas científicos ou tecnológicos que são potencialmente problemáticos do ponto de vista social. Dessa forma, o critério de seleção utilizado para a categoria *1.CTS* foi o de selecionar questões em que o contexto envolve um conteúdo científico e tecnológico relacionado a um problema social. A outra categoria escolhida foi a *2.Interdisciplinar*, que são questões que possuem um contexto relacionado à outra área de saber (Geografia, História, Química, Física, Biologia, Tecnologia), mas não se relacionam com um problema social. Classificamos como categoria *3.Outros Contextos*, as questões cotidianas, que possuem um contexto que não envolve as ciências e *4.Aplicação Matemática* que são questões que possuem um contexto puramente matemático.

No ENEM são formuladas quatro provas diferenciadas por cores, disponíveis na internet¹, que possuem as mesmas questões, porém em ordem diferente e optamos pelas provas amarelas. Foram selecionadas as 45 questões de matemática de cada prova do período de 2012 a 2016, completando 225 questões.

Resultados e Discussões

Com base nas quatro categorias relacionadas, mostramos uma síntese a seguir dos principais dados obtidos.

Contexto	2012		2013		2014		2015		2016		2012-2016	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
1. CTS	5	11,1%	7	15,6%	6	13,3%	6,0	13,3%	5	11,1%	29	12,9%
2. Interdisciplinar	11	24,4%	8	17,8%	13	28,9%	11,0	24,4%	13	28,9%	56	24,9%
3. Outros Contextos	27	60,0%	27	60,0%	24	53,3%	26,0	57,8%	23	51,1%	127	56,4%
4. Aplicação matemática	2	4,4%	3	6,7%	2	4,4%	2,0	4,4%	4	8,9%	13	5,8%
Total	45	100,0%	45	100,0%	45	100,0%	45	100,0%	45	100,0%	225	100,0%

Tabela 1: Classificação das Questões ENEM (2012-2016)

Os dados da tabela 1 apontam que a categoria *1.CTS*, no decorrer dos anos de 2012 a 2016, atingiu um percentual de 12,9%. A maior abrangência desta categoria ocorreu em 2013, contemplando 7 questões em um total de 45 questões. Não houve muitas mudanças na comparação dos anos. Esses dados representam que apenas 12,9% das questões apresentadas possuem um contexto científico e tecnológico, que proporcione questionamentos e promovam uma postura crítica dos estudantes.

Os percentuais oscilam entre 17,8 e 28,9% na categoria *2.Interdisciplinar*, correspondendo a um índice de 24,9% do total das questões, no período de 2012 a 2016, nas quais possuem um contexto que se relaciona com as outras áreas de conhecimento, ou seja, uma média de 11 questões por prova. As relações entre a Física e a Matemática

¹ <http://www.inep.gov.br/enem>.

são as que predominam, seguidas da Biologia e Tecnologia. No entanto, um número bastante significativo, ou seja, 62,2% das questões não possui um contexto que envolve a relação entre a ciência e a tecnologia com problemas sociais, tampouco se relaciona com as outras ciências, com pouca relevância para a formação crítica do estudante. Destas, 5,8 % possuem um contexto puramente matemático.

A seguir serão apresentados alguns exemplos de questões e suas respectivas análises.

QUESTÃO 162 - ENEM 2013

Em setembro de 1987, Goiânia foi palco do maior acidente radioativo ocorrido no Brasil, quando uma amostra de césio-137, removida de um aparelho de radioterapia abandonado, foi manipulada inadvertidamente por parte da população. A meia-vida de um material radioativo é o tempo necessário para que a massa desse material se reduza à metade. A meia-vida do césio-137 é 30 anos e a quantidade restante de massa de um material radioativo, após t anos, é calculada pela expressão $M(t) = A \cdot (2,7)^{kt}$, onde A é a massa inicial e k é uma constante negativa. Considere 0,3 como aproximação para $\log_{10} 2$.

Qual o tempo necessário, em anos, para que uma quantidade de massa do césio-137 se reduza a 10% da quantidade inicial?

A) 27; B) 36; C) 50; D) 54; E) 100

Fonte: INEP

Dentre as questões apresentadas no ENEM do período de 2012 a 2016, esta é a que melhor representa a categoria 1.CTS, pois além de abordar a relação entre a ciência e a tecnologia no contexto brasileiro, explorou sua dimensão social, na medida em que o contexto se relaciona a uma problematização que envolve diretamente as consequências da ciência e da tecnologia na sociedade. Em concordância com a definição de abordagem CTS, apresentada neste estudo, que comenta que a abordagem CTS, estuda “a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto no que diz respeito aos seus antecedentes sociais como no que corresponde a suas consequências sociais e ambientais (BAZZO, et al., 2003, p.159)”.

Questão 146 – ENEM 2016

Uma indústria de perfumes embala seus produtos, atualmente, em frascos esféricos de raio R , com volume dado por $\frac{4}{3} \pi \cdot (R)^3$. Observou-se que haverá redução de custos se forem utilizados frascos cilíndricos com raio da base $(\frac{R}{3})$.h, sendo h a altura da nova embalagem.

Para que seja mantida a mesma capacidade do frasco esférico, a altura do frasco cilíndrico (em termos de R) deverá ser igual a: A) $2R$; B) $4R$; C) $6R$; D) $9R$; E) $12R$.

Fonte: INEP

Esta questão foi classificada na categoria 3.Outros Contextos, pois não possui relação com a compreensão da realidade, tendo um enfoque puramente matemático. No entanto, para que esta questão seja trabalhada com um foco crítico, o enunciado poderia ser reformulado de forma a questionar o uso indevido de embalagens nos produtos comercializados.

Questão 153 – ENEM 2016

O Brasil é o quarto produtor mundial de alimentos e é também um dos campeões mundiais de desperdício. São produzidas por ano, aproximadamente, 150 milhões de toneladas de alimentos e, desse total, $\frac{2}{3}$ são produtos de plantio. Em relação ao que se planta, 64% são perdidos ao longo da cadeia produtiva (20% perdidos na colheita, 8% no transporte e armazenamento, 15% na indústria de processamento, 1% no varejo e o restante no processamento culinário e hábitos alimentares).

Disponível em: www.bancodealimentos.org.br. Acesso em: 1 ago. 2012.

O desperdício durante o processamento culinário e hábitos alimentares, em milhão de toneladas, é igual a: A) 20; B) 30; C) 56; D) 64; E) 96.

Fonte: INEP

Esta questão foi classificada com a categoria 1.CTS, pois apresentou um contexto relacionado com um problema social, que envolve a tecnologia e o comportamento social. Santos e Mortimer (2002) comentam sobre a importância de discutir, no contexto brasileiro, temas como “a questão da produção de alimentos e a fome que afeta parte significativa da população brasileira, a questão dos alimentos transgênicos (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 120)”.

Considerações

Os resultados deste estudo demonstram que, ainda que 94,2% das questões compreendam algum tipo de contextualização, apenas 12,9% proporcionam questionamentos relacionados aos problemas sociais, científicos e tecnológicos. Neste sentido, se considerarmos as questões que envolvem um contexto interdisciplinar, que são 24,9%, destacamos que apenas 37,8% das questões constantes nas provas deste período possuem alguma relação com conceito, aplicação e solução de problemas concretos, buscando assegurar uma educação com base científica e tecnológica, como orientação dos PCN (BRASIL, 1999b).

As questões classificadas como 3.*Outros Contextos* apresentam pouco envolvimento com a realidade do estudante, como destacado na questão 146 do ENEM 2016. Sendo assim, se considerarmos as questões classificadas como 3.*Outros Contextos* e as questões de 4.*Aplicação Matemática*, nas quais o contexto é puramente matemático, teremos o total de 62,2%. Essas questões estão muito mais voltadas para a aplicação de cálculos, do que para a resolução de problemas de caráter científico e tecnológico. Dessa forma, 62,2% das questões são representadas por questões que não possuem relação com outras áreas de conhecimento, numa abordagem interdisciplinar e tampouco possibilitam questionamentos que contribuem com a formação dos estudantes para o exercício da cidadania.

Neste sentido, compreendemos que o ENEM, embora tenha sido proposto para atender a LDB no sentido de avaliar o desenvolvimento de competências nas quais são apresentadas como fundamentais ao exercício pleno da cidadania, e ainda, sendo constituído a partir dos documentos oficiais, que orientam para uma aprendizagem significativa, através da interdisciplinaridade e da contextualização, não atende completamente aos objetivos propostos por tais documentos.

Agradecimentos e apoios

Agradeço a UFABC – Universidade Federal do ABC pela bolsa de estudos.

Referências

- AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científico-tecnológica para quê?** Ensaio: pesquisa em educação em ciências, v. 3, n. 1, p. 105-115, 2001.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. (L.A. Reto & A. Pinheiro, Trad.). Lisboa: Edições 7, 2011.
- BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade**. Madri, Espanha: OEI (Organização dos Estados Ibero-americanos), 2003a.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio: Bases Legais**. Brasília: SEMT, 1999 a. 188 p.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: SEMT, 1999b. 114 p.
- BRASIL. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p. (volume 2).
- D'AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática: Uma Visão do Estado da Arte**. Preposições. Campinas: UNICAMP, v.4, n.10, p.7-17, 1993.
- D'AMBROSIO, U. **Da Teoria à Prática**, 21ª. Edição (1ª. Edição 1996). Campinas, Ed. Papyrus.
- D'AMBRÓSIO, U. **Por que se ensina Matemática?** Disponível em <<http://www.sbem.com.br>> Acesso em: 16 de dezembro de 2016.
- D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Sociedade, Cultura, Matemática e seu Ensino**. Revista Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, p. 99-120, 2005.
- INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais). ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio): Documento Básico. Brasília: MEC/INEP
- MACHADO, R.Q. **Ciência, Tecnologia, Sociedade/ CTS na formulação de questões de matemática do Exame Nacional do Ensino Médio (2009-2011): quais são as referências de contextualização?** Dissertação de mestrado; Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba/SP, Brasil.
- PINHEIRO, N., **Educação crítico – reflexiva para um ensino médio científico tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino aprendizagem do conhecimento matemático**. Tese de doutorado em educação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2005.
- SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F. **Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CTS (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira**. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências. v. 2, n. 2, dez. 2002.
- SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática crítica: A questão da democracia**. Campinas, SP: Papyrus, 2001.