**Artigo****A abordagem CTS no contexto das questões de matemática do ENEM (2012-2016) (The CTS approach in the context of ENEM mathematical issues (2012-2016))****Maria de Fátima Costa Sbrana¹, Evonir Albrecht², Marcia Aguiar³**

Universidade Federal do ABC (UFABC), Santo André-SP, Brasil

Resumo

Este relato de pesquisa está embasado em uma Dissertação de Mestrado, que teve o objetivo de analisar se a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e a EMC (Educação Matemática Crítica) podem contribuir para o ensino contextualizado da Matemática. No primeiro momento, realizamos uma análise das questões de Matemática contempladas no ENEM (Exame Nacional de Ensino Médio), no período de 2012 a 2016, a fim de investigar se essas questões possuíam em seu contexto, questionamentos pertinentes à abordagem CTS, bem como examinar se estariam relacionadas com outras áreas de conhecimento, em uma abordagem interdisciplinar. O ENEM foi criado em 1998 com o propósito de avaliar o desempenho dos estudantes ao final da escolaridade básica, além de verificar as competências fundamentais ao exercício pleno da cidadania. Esta pesquisa é qualitativa, de caráter descritivo, tendo como base a análise de conteúdo de Bardin (2011). Dentre as 225 questões analisadas, constatamos que 62,2% não possuem em seu contexto a relação da Ciência e da Tecnologia com a Sociedade ou com outras áreas de conhecimento, sequer possibilitam questionamentos que contribuam com a formação crítica dos estudantes para o exercício da cidadania. No segundo momento, realizamos um Curso de Extensão abordando o enfoque CTS e a EMC, direcionado a professores que ensinam Matemática. Neste curso, utilizamos as questões analisadas do ENEM como instrumento de ensino-aprendizagem para discutir possibilidades de inserção dessas abordagens no ensino de Matemática. Neste relato de pesquisa apresentaremos as discussões pertinentes ao primeiro momento da pesquisa, que são as análises das questões do ENEM.

¹ Mestre em Ensino e História das Ciências e Matemática, professora de Matemática da Educação Básica na rede pública.

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-8358-8484>E-mail: fatima.sbrana@ufabc.edu.br

Agradecimentos e apoios: Agradeço a UFABC – Universidade Federal do ABC pela bolsa concedida.

² Professor Adjunto na Universidade Federal do ABC na graduação e pós-graduação. Atua junto ao Programa de Pós-Graduação da UFABC, nas linhas de pesquisa: ensino, aprendizagem, currículo, CTS, estágio supervisionado, ensino de astronomia.

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-0128-4290>E-mail: evonir.albrecht@ufabc.edu.br

³ Professora Adjunta na Universidade Federal do ABC. Área de pesquisa Ensino de Matemática, Ensino de Álgebra e Formação de Professores.

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-5824-0697>E-mail: marcia.aguiar@ufabc.edu.br

Palavras-chave: Ensino de matemática, Ciência e educação, Abordagem educacional, ENEM.

Abstract

This research report is based on a Master's Dissertation, whose objective was to analyze whether the CTS (Science, Technology and Society) approach and the EMC (Critical Mathematics Education) approach can contribute to the contextualized teaching of Mathematics. In the first stage, we carried out an analysis of Mathematics issues contemplated in the ENEM (National High School Examination), from 2012 to 2016, in order to investigate if these questions had in their context, questions pertinent to the CTS approach, as well as to examine if they would be related to other areas of knowledge, in an interdisciplinary approach. The ENEM was created in 1998 with the purpose of evaluating students' performance at the end of basic schooling, as well as verifying the fundamental competences for the full exercise of citizenship. This research is qualitative, of descriptive character, based on the content analysis of Bardin (2011). Among the 225 questions analyzed, we found that 62.2% do not have in their context the relation between Science and Technology with the Society or other areas of knowledge, nor do they allow questions that contribute to the critical formation of students for the exercise of citizenship. In the second moment, we carried out an Extension Course addressing the CTS approach and the EMC, directed to teachers who teach Mathematics. In this course, we use the analyzed issues of the ENEM as a teaching-learning tool to discuss possibilities of insertion of these approaches in the teaching of Mathematics. In this research report we will present the pertinent discussions to the first moment of the research, which are the analyzes of the ENEM questions.

Keywords: Mathematics education, Science and society, Interdisciplinary approach, College entrance examinations.

Introdução

Este artigo está embasado em uma pesquisa sobre o Ensino de Matemática, com o objetivo de analisar como a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e a EMC (Educação Matemática Crítica) podem contribuir para o ensino contextualizado da Matemática. Para tanto, analisamos as questões do ENEM do caderno de Matemática, referentes ao período de 2012 a 2016, para verificar se a abordagem CTS foi contemplada no ENEM, atendendo aos objetivos propostos pelos documentos oficiais. Posteriormente, as questões analisadas foram utilizadas como instrumentos de ensino-aprendizagem em um Curso de Extensão. Neste relato, apresentaremos os dados pertinentes a primeira etapa da pesquisa, referentes à análise das questões do ENEM.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), apesar do caráter abstrato da Matemática, os conceitos e resultados matemáticos são embasados no mundo real e são aplicáveis em vários aspectos da vida diária, na indústria, no comércio. Além de ser ferramenta essencial para a Tecnologia e outras Ciências como a Física, a Química, a Astronomia.

Pinheiro e Bazzo (2009) convergem ao argumentar que a Matemática não deve ser considerada apenas como uma ferramenta que auxilia as demais Ciências, não obstante, trata-se de um conhecimento que contribui para a compreensão do desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, sendo que, com

frequência, é a “balizadora e responsável pelas tomadas de decisões em torno de vários fenômenos científico-tecnológicos” (PINHEIRO; BAZZO, 2009, p. 04).

Nesta perspectiva, Skovsmose (2008) reflete sobre o papel da Matemática na Sociedade moderna e cita a Primeira Lei de Kranzberg, “o que a matemática está produzindo não é bom nem ruim, nem é neutro” (SKOVSMOSE, 2008, p.2). Skovsmose (2001) questiona a Educação Matemática moderna, pois, para o autor, o ensino tradicional contribui para uma visão positivista da Matemática, como uma ferramenta infalível, inquestionável e que pode ser utilizada para o controle político (BORBA; SKOVSMOSE, 2001). O ensino tradicional, para Skovsmose (2012) está embasado em resolução de exercícios, que seguem comandos como resolva, efetue, calcule e ainda, desconexos da realidade do estudante.

Neste sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) orientam um ensino de matemática interdisciplinar, contextualizado, que possibilite as competências necessárias para o exercício da cidadania, especialmente, a competência de analisar um problema e tomar as decisões necessárias à sua resolução (BRASIL, 2002).

Segundo D’Ambrosio (2002), para que a Educação Matemática seja eficaz na preparação para a cidadania, o currículo deve contemplar um conhecimento matemático atual, que considere a Ciência e a Tecnologia do momento. D’Ambrosio (2012) ressalta que as Ciências possuem “a sua dimensão política e não se pode negar que seu progresso tem tudo a ver com o contexto social, econômico, político e ideológico” (D’AMBROSIO, 2012, p.336).

Desta forma, para responder aos questionamentos relacionados a pesquisa, destacamos a abordagem CTS e a EMC como estratégias de contextualização da Matemática no ensino, e como metodologia, analisamos as questões do ENEM (2012-2016) e desenvolvemos um Curso de Extensão direcionado a professores que ensinam matemática na Educação Básica. Como dissemos anteriormente, neste relato apresentaremos os dados pertinentes à primeira etapa da pesquisa, referentes à análise das questões do ENEM.

A Abordagem CTS e a Educação Matemática

Na Europa e EUA, entre os anos finais da década de 1960 e início da década de 1970, em consequência do agravamento de problemas ambientais e da associação do desenvolvimento científico e tecnológico com a guerra, a Ciência e a Tecnologia tornaram-se alvos de críticas, contribuindo para o surgimento do movimento CTS. O movimento CTS surgiu em objeção ao determinismo tecnológico, concepção que acredita que o desenvolvimento científico resulta em desenvolvimento social (AULER; BAZZO, 2001).

A abordagem CTS propôs novos currículos no ensino de Ciências, contemplando conteúdos que envolvam a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (AULER, 2007). Santos e Mortimer (2002) afirmam que a educação CTS busca o desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica dos estudantes.

Para Sasseron e Carvalho (2011), o termo alfabetização científica tem base no pensamento de Paulo Freire, que compreende que a alfabetização é o domínio das técnicas de ler e de escrever de uma forma consciente, “de que

possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto” (FREIRE apud SASSERON; CARVALHO, 2011, p.61).

Desta forma, a abordagem CTS propõe “a alfabetização científica em um processo amplo de formação para o exercício da cidadania” (GUAZELLI et al., 2009, p.11). Guazelli et al. (2009) argumenta ainda, sobre a alfabetização científica crítica, que possui como estratégia de ensino proporcionar a compreensão sobre a natureza da Ciência e da Tecnologia, o papel da Ciência e da Tecnologia na vida dos estudantes e na Sociedade; a conscientização do seu papel como cidadãos e o desenvolvimento de competências que instrumentalizem os estudantes para participar das discussões e interferir nas decisões sobre as questões que envolvem a Ciência e a Tecnologia na Sociedade.

Neste sentido, a abordagem CTS pressupõe a contextualização e a interdisciplinaridade. No entanto, como reflete Santos (2007), não se trata de relacionar o conhecimento científico ao cotidiano, com exemplos ao final do conteúdo, mas a partir de situações problemáticas reais, buscar o conhecimento necessário para entendê-las e solucioná-las. Desta forma, a visão crítica da relação Ciência, Tecnologia e Sociedade diz respeito a uma educação problematizadora, reflexiva, esclarecedora da realidade (SANTOS, 2007). Santos comenta

A discussão de aspectos sociocientíficos, articulada aos conteúdos científicos e aos contextos é fundamental, pois propicia que os estudantes compreendam o mundo social em que estão inseridos e desenvolvam a capacidade de tomada de decisão com maior responsabilidade, na qualidade de cidadãos, sobre questões relativas à ciência e à tecnologia (SANTOS, 2007, p.06).

Skovsmose (2001) acredita que a Matemática pode motivar transformações de tendência científica, tecnológica e social, quando concebida de maneira crítica. Para tanto, o autor propõe a Educação Matemática Crítica, como um meio para o desenvolvimento de competências que contribuam para o entendimento da Matemática no contexto socioeconômico, científico e tecnológico, através de um posicionamento crítico e de tomada de decisão (SKOVSMOSE, 2001).

Segundo Skovsmose (2001), a EMC é um meio que possibilita aos estudantes a interpretação da realidade, de forma que eles possam organizar-se para intervir no contexto social e político em que estão envolvidos. Neste contexto, três tipos de conhecimentos matemáticos são necessários, o *conhecimento matemático*, que contempla as habilidades matemáticas como a reprodução de teoremas e provas, algoritmos; o *conhecimento tecnológico*, que são habilidades de aplicação da matemática e modelos matemáticos e o *conhecimento reflexivo*, que se refere à competência de refletir sobre o uso da matemática e a avaliar.

Encontramos em Sbrana (2017) uma análise entre as abordagens CTS e a EMC que constatou que tais abordagens convergem em pontos como: alfabetização científica e matemática, leitura crítica do mundo, participação no contexto social e político, contextualização, interdisciplinaridade. Desta forma a abordagem CTS e a EMC se aproximam de uma perspectiva educacional que contempla preocupações com formação de uma cidadania crítica.

O ENEM

O ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) foi originado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep) em 1998 (BRASIL, 1998). Trata-se de um exame anual, individual, de caráter voluntário, disponibilizado para os estudantes que concluíram o ensino médio, com o objetivo de avaliar o desempenho desses estudantes ao final da escolaridade básica, como também, verificar o desenvolvimento de competências fundamentais ao exercício pleno da cidadania.

O Exame Nacional foi elaborado a partir da determinação da LDB, que assegura processo nacional de avaliação do rendimento escolar, como descrito no Documento Básico do ENEM (2002). O ENEM foi estruturado tendo como referência a LDB, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a Reforma do Ensino Médio, como também, os textos que sustentam sua organização curricular em áreas de conhecimento e as matrizes curriculares de referência para o SAEB, com a indicação de competências e habilidades associadas aos conteúdos (BRASIL, 2002).

Em 2009, o ENEM foi reformulado e passou a ser chamado de Novo ENEM, tendo como objetivo a utilização do exame como forma de seleção unificada nos processos de seleção das universidades públicas federais, para a democratização das oportunidades de acesso às vagas de ensino superior das instituições federais, possibilitando a mobilidade acadêmica e impulsionando a reestruturação dos currículos do ensino médio (BRASIL, 2009). A reformulação alterou a estrutura da prova, que mudou de uma prova única, de múltipla escolha com 63 questões e redação, com duração de 4 horas, para uma prova com 180 questões. A partir de 2017, a prova, realizada em dois dias e no formato de provas impressas, passa a ser aplicada em dois domingos seguidos, e não mais em um único final de semana.

A prova é 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. Segundo o Inep, a estruturação por área de conhecimento tem a intenção de assegurar uma educação de base científica e tecnológica, na qual conceito, aplicação e solução de problemas concretos são associados a uma visão do contexto sociocultural (BRASIL, 2000, p.19).

Entretanto, Pinheiro (2005) salienta que a Educação Matemática tem enfrentado obstáculos em tratar de assuntos que envolvam a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade no ambiente escolar e ressalta a importância dos estudos CTS na contribuição do desenvolvimento desse saber.

Machado (2012) realizou uma pesquisa sobre o ENEM, verificando se as questões de matemática, do período de 2009 a 2011, demonstravam em seus enunciados a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade relacionada com os conceitos matemáticos e averiguou 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 importância do conhecimento matemático 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? Ainda que, os documentos oficiais orientem 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? Sob esta perspectiva, apresentamos os dados.

Aspectos Metodológicos

Como relatamos anteriormente, a pesquisa foi realizada em duas etapas. Na primeira etapa investigamos se as questões do ENEM do caderno de Matemática, período de 2012 a 2016, contemplam em seu contexto a relação entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, atendendo aos objetivos propostos pelos documentos oficiais. Na segunda etapa utilizamos as questões analisadas como instrumento de ensino-aprendizagem em um Curso de Extensão. Discutiremos neste relato de pesquisa os dados pertinentes à primeira etapa da pesquisa, relativos à análise das questões do ENEM.

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

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

Nesta perspectiva, os contextos CTS identificados nas questões, deveriam se associar com temas científicos ou tecnológicos que são potencialmente problemáticos do ponto de vista social (SANTOS; MORTIMER, 2000). Dessa forma, as categorias definidas foram descritas no Quadro 1.

Quadro 1. Categorias

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
1.CTS	contexto envolve um conteúdo científico e tecnológico relacionado a um problema social
2.Interdisciplinar	contexto relacionado à outra área de saber (Geografia, História, Química, Física, Biologia, Tecnologia), porém não se relaciona com um problema social
3. Outros contextos	questões cotidianas, que possuem um contexto que não envolve as ciências
4. Aplicação Matemática	contexto puramente matemático

Fonte: Elaborado pelos autores.

As provas do ENEM, disponíveis na internet⁴, são diferenciadas por cores, dado que as provas possuem as mesmas questões, porém em ordem diferente, sendo que, nesta pesquisa, 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 definidas a priori, demonstramos uma síntese (Quadro 2) dos principais dados obtidos.

Quadro 2. Classificação das Questões ENEM (2012-2016)

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

Fonte: Elaborado pelos autores

Os dados do quadro 2 demonstram que a categoria 1. *CTS*, atingiu um percentual de 12,9%, no período de 2012 a 2016. Dessa forma, 29 questões das 225 analisadas, ou seja, 12,9% das questões possuem um contexto que envolve a Ciência e a Tecnologia com questões sociais, que possibilitam discussões e o desenvolvimento de uma postura crítica nos estudantes.

Na categoria 2. *Interdisciplinar*, os percentuais variam entre 17,8% e 28,9%, correspondendo a um índice de 24,9%, no intervalo entre 2012 e 2016, ou seja, 56 questões em 225 possuem um contexto que se relaciona com as outras áreas do saber. Sendo que, a predominância ocorre na interdisciplinaridade entre a Matemática e a Física, seguidas da Biologia e da Tecnologia.

Entretanto, 56,4% das questões possuem um contexto que envolve o cotidiano, porém são questões que não produzem questionamentos sociais, somando-se a 5,8% das questões que possuem um contexto puramente matemático, concluímos que 62,2% das questões não contemplam um contexto que envolve a Ciência e a Tecnologia com problemas sociais, tampouco envolvem outras áreas de conhecimento, com pouca relevância para a formação crítica do estudante.

⁴ <http://www.inep.gov.br/enem>.

Apresentaremos, a seguir, alguns exemplos das questões do ENEM (2012-2016) e suas respectivas análises (Quadros 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10).

Quadro 3. 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

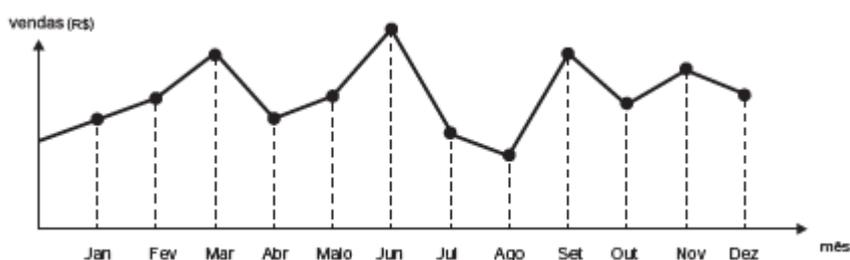
$M(t) = A \cdot (2,7)^{kt}$, onde A é a massa inicial e k é uma constante negativa. Considere 0,3 como aproximação para $\log_{10} 2$. Qual o tempo necessário, em anos, para que uma quantidade de massa do césio-137 se reduza a 10% da quantidade inicial? A) 27 B) 36 C) 50 D) 54 E) 100

Fonte: INEP

Esta questão foi classificada como categoria 1.CTS, pois aborda a Ciência e a Tecnologia em um contexto que envolve um problema social, ou melhor, as consequências da utilização da Ciência e da Tecnologia na Sociedade. O contexto envolve a dimensão social, tanto “no que diz respeito aos seus antecedentes sociais como no que corresponde a suas consequências sociais e ambientais” da Ciência e da Tecnologia (BAZZO et al., 2003, p.159).

Quadro 4. Questão 140. ENEM 2012

O dono de uma farmácia resolveu colocar à vista do público o gráfico mostrado a seguir, que apresenta a evolução do total de vendas (em Reais) de certo medicamento ao longo do ano de 2011.



De acordo com o gráfico, os meses em que ocorreram, respectivamente, a maior e a menor venda absolutas em 2011 foram

- A) março e abril.
- B) março e agosto.
- C) agosto e setembro.
- D) junho e setembro.
- E) junho e agosto.

Fonte: INEP

Apesar de esta questão ter sido classificada na categoria 3. *Outros Contextos*, pois possui um conteúdo no enunciado, este contexto não provoca questionamentos sobre a realidade, tendo um enfoque puramente matemático.

Para que esta questão seja trabalhada com um foco crítico, o enunciado poderia ser reformulado de forma a questionar o uso indevido de remédios, o comércio de remédios no Brasil.

Quadro 5. Questão 159. ENEM 2014

O Brasil é um país com uma vantagem econômica clara no terreno dos recursos naturais, dispondo de uma das maiores áreas com vocação agrícola do mundo. Especialistas calculam que, dos 853 milhões de hectares do país, as cidades, as reservas indígenas e as áreas de preservação, incluindo florestas e mananciais, cubram por volta de 470 milhões de hectares. Aproximadamente 280 milhões se destinam à agropecuária, 200 milhões para pastagens e 80 milhões para a agricultura, somadas as lavouras anuais e as perenes, como o café e a fruticultura.

FORTES, G. Recuperação de pastagens é alternativa para ampliar cultivos. **Folha de S. Paulo**, 30 out. 2011.

De acordo com os dados apresentados, o percentual correspondente à área utilizada para agricultura em relação à área do território brasileiro é mais próximo de

- A) 32,8% B) 28,6% C) 10,7% D) 9,4% E) 8,0%

Fonte: INEP

A questão 159 do ENEM 2014 foi classificada com a categoria 1. *CTS*, pois apresentou um contexto relacionado com a Ciência, a Tecnologia e, apesar de não ser tão claro, envolve um problema social que é “a questão da produção de alimentos e a fome que afeta parte significativa da população brasileira, a questão dos alimentos transgênicos” (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 120) e que pode ser discutida com os estudantes.

Quadro 6. Questão 179 - ENEM 2015

Uma fábrica de sorvetes utiliza embalagens plásticas no formato de paralelepípedo retangular reto. Internamente, a embalagem tem 10 cm de altura e base de 20 cm por 10 cm. No processo de confecção do sorvete, uma mistura é colocada na embalagem no estado líquido e, quando levada ao congelador, tem seu volume aumentado em 25%, ficando com consistência cremosa.

Inicialmente é colocada na embalagem uma mistura sabor chocolate com volume de 1.000 cm^3 e, após essa mistura ficar cremosa, será adicionada uma mistura sabor morango, de modo que, ao final do processo de congelamento, a embalagem fique completamente preenchida com sorvete, sem transbordar.

O volume máximo, em cm^3 , da mistura sabor morango que deverá ser colocado na embalagem é

- A) 450 B) 500 C) 600 D) 750 E) 1.000

Fonte: INEP

Esta questão 179 do ENEM 2015 foi incluída na categoria 3. Outros Contextos, classificada como questões cotidianas, que possuem um contexto que não envolve as ciências. No entanto, esta questão não possui relação com a realidade, tendo um enfoque puramente matemático. 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.

Quadro 7. Questão 165 – ENEM 2014

Durante a Segunda Guerra Mundial, para deciframos as mensagens secretas, foi utilizada a técnica de decomposição em fatores primos. Um número N é dado pela expressão $2^x \cdot 5^y \cdot 7^z$, na qual x , y e z são números inteiros não negativos. Sabe-se que N é múltiplo de 10 e não é múltiplo de 7. O número de divisores de N , diferentes de N , é

- A) $x \cdot y \cdot z$
- B) $(x + 1) \cdot (y + 1)$
- C) $x \cdot y \cdot z - 1$
- D) $(x + 1) \cdot (y + 1) \cdot z$
- E) $(x + 1) \cdot (y + 1) \cdot (z + 1) - 1$

Fonte: INEP

A questão 165-ENEM 2014 foi considerada na categoria 1. CTS, pois explora a dimensão social da Ciência e da Tecnologia. Estão presentes no contexto desta questão a Ciência, a Tecnologia e um contexto social verídico, como é o caso da Segunda Guerra Mundial. O contexto envolve a dimensão social, tanto “no que diz respeito aos seus antecedentes sociais como no que corresponde a suas consequências sociais e ambientais” da Ciência e da Tecnologia (BAZZO et al., 2003, p.159).

Quadro 8. Questão 141 - ENEM 2016

QUESTÃO 141-ENEM 2016

O governo de uma cidade está preocupado com a possível epidemia de uma doença infectocontagiosa causada por bactéria. Para decidir que medidas tomar, deve calcular a velocidade de reprodução da bactéria. Em experiências laboratoriais de uma cultura bacteriana, inicialmente com 40 mil unidades, obteve-se a fórmula para a população:

$$p(t) = 40 \cdot 2^{3t}$$

em que t é o tempo, em hora, e $p(t)$ é a população, em milhares de bactérias. Em relação à quantidade inicial de bactérias, após 20 min, a população será

- A) reduzida a um terço.
- B) reduzida à metade.
- C) reduzida a dois terços.
- D) duplicada.
- E) triplicada.

Fonte: INEP

A questão 141-ENEM 2016 (quadro 8) foi classificada como 2. Interdisciplinar, pois envolve em seu contexto a Biologia e a Física. No entanto, trata-se de um contexto fictício. É uma questão que poderia fazer referência a uma situação verdadeira de saúde pública, para que pudesse ser refletida, problematizada e discutida, contribuindo para o desenvolvimento social do estudante.

Quadro 9. Questão 147 - ENEM 2016

QUESTÃO 147-ENEM 2016

Para evitar uma epidemia, a Secretaria de Saúde de uma cidade dedetizou todos os bairros, de modo a evitar a proliferação do mosquito da dengue.

Sabe-se que o número f de infectados é dado pela função $f(t) = -2t^2 + 120t$ (em que t é expresso em dia e $t=0$ é o dia anterior à primeira infecção) e que tal expressão é válida para os 60 primeiros dias da epidemia. A Secretaria de Saúde decidiu que uma segunda dedetização deveria ser feita no dia em que o número de infectados chegasse à marca de 1.600 pessoas, e uma segunda dedetização precisou acontecer. A segunda dedetização começou no

- A) 19º dia.
- B) 20º dia.
- C) 29º dia.
- D) 30º dia.
- E) 60º dia.

Fonte: INEP

A questão 147-ENEM 2016 (quadro 9) também envolve em seu contexto a Biologia e a Matemática, entretanto, diferentemente da questão anterior, esta questão envolve um contexto real, um problema social, envolve a Ciência e a Tecnologia. Desta forma, a questão pode trazer questionamentos relevantes relacionados com a saúde pública, o saneamento básico, dentre outros. Por esse motivo, a questão foi classificada como categoria 1. CTS.

Quadro 10. Questão 180 - ENEM 2016

QUESTÃO 180-ENEM 2016

Uma caixa contém uma cédula de R\$ 5,00, uma de R\$ 20,00 e duas de R\$ 50,00 de modelos diferentes. Retira-se aleatoriamente uma cédula dessa caixa, anota-se o seu valor e devolve-se a cédula à caixa. Em seguida, repete-se o procedimento anterior.

A probabilidade de que a soma dos valores anotados seja pelo menos igual a R\$ 55,00 é

- A) 12
- B) 14
- C) 34
- D) 29
- E) 59

Fonte: INEP

A questão 180-ENEM 2016 (quadro 10) foi classificada como *Aplicação Matemática*, categoria 4 deste estudo. Como discutimos inicialmente neste estudo, os PCNEM orientam um conhecimento matemático contextualizado a partir de situações concretas, possibilitando ao estudante a compreensão da Sociedade tecnológica na qual está inserido. As questões que envolvem a probabilidade e a estatística poderiam ser contextualizadas com outros contextos distintos dos jogos de azar ou desvinculados da realidade, como é o caso desta questão. O ensino de probabilidade proporciona aos estudantes uma base importante para estudos em áreas como a Biologia, as Ciências Sociais, entre outras, e tais questões poderiam ser contextualizadas com assuntos interdisciplinares, que envolvam a Ciência e a Tecnologia.

Considerações finais

Na construção de uma possibilidade aos questionamentos propostos na primeira etapa desta pesquisa que *foram verificar se as questões de matemática propostas pelo ENEM, no período de 2012 a 2016, possuíam em seu contexto assuntos relacionados à CTS e a relação da Matemática com as demais disciplinas das ciências*, constatamos que, ainda que 94,2% das questões incluídas nas provas do ENEM (2012-2016) possuam algum contexto, somente 12,9% possibilitam questionamentos relacionados aos problemas sociais, científicos e tecnológicos. Se considerarmos ainda, 24,9% das questões que envolvem um contexto interdisciplinar, obteremos apenas 37,8% das questões relacionadas a conceito, aplicação e solução de problemas concretos, conforme orientação dos documentos oficiais.

As questões classificadas como categoria 3. *Outros Contextos* demonstram pouco envolvimento com a realidade, como destacamos na questão 179 - ENEM 2015. Ao considerarmos as questões pertinentes às categorias 3. *Outros Contextos* e 4. *Aplicação Matemática*, nas quais o contexto é puramente matemático, obtivemos um total de 62,2%. Essas questões mais direcionadas para a aplicação de cálculos, não se relacionam com outras áreas de conhecimento, em uma abordagem interdisciplinar e tampouco possibilitam questionamentos que contribuem com a formação dos estudantes para o exercício da cidadania.

Embora o ENEM tenha sido fundamentado a partir dos documentos oficiais, com a finalidade de avaliar o desenvolvimento de competências nas quais são reconhecidas como fundamentais ao exercício pleno da cidadania, através da interdisciplinaridade e da contextualização, constatamos que o ENEM não atende completamente aos objetivos propostos por tais documentos.

Nesta perspectiva, consideramos que as questões do ENEM podem ser uma estratégia para descomplicar a abordagem CTS no ensino de Matemática, numa perspectiva da EMC, possibilitando a contextualização do ensino de Matemática. Trata-se de uma estratégia que se dispõe do próprio contexto da aula, permitindo que os professores de Matemática tenham uma postura de diálogo e reflexão em relação ao contexto matemático, não focando apenas no conteúdo matemático, como ocorre na maioria das vezes, mas discutindo assuntos que envolvam a Sociedade, permitindo que os estudantes compreendam melhor a realidade social na qual a Matemática está inserida.

Referências

- AULER, Décio; BAZZO, Walter A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v.7, n.1, p.1-13, 2001.
- AULER, Décio. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, n. especial, p. 01-20, 2007.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011, 229p.
- BAZZO, Walter A., et al. **Introdução aos estudos CTS Ciência, Tecnologia e Sociedade**. Cadernos de Ibero-América, Editora OEI, 2003, 170p.
- BORBA, Marcelo C.; SKOVSMOSE, Ole. A Ideologia da Certeza em Educação Matemática. **Educação Matemática Crítica: a questão da democracia**. Campinas: Papirus, 2001. p. 127-148.
- BRASIL. **Exame nacional do ensino médio**. Portaria Ministerial nº. 438, de 28 de maio de 1998. Brasília, MEC, 1998.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio: Bases Legais**. Brasília: MEC, 2000. p.109.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2000. 58 p.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais + (PCN+) - ciências da natureza e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.
- BRASIL. **Exame nacional do ensino médio no exercício de 2009**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 maio 2009. Seção 1, n. 100, p. 56.
- BRASIL. **ENEM - Exame nacional do ensino médio**: documento básico. Inep. Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/>. Acesso em janeiro de 2019.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação matemática, tecnologia e sociedade**. Conferência no VII EPREM, Foz do Iguaçu, 21-24/11/2002. Disponível em < http://www.sbemparana.com.br/arquivos/anais/epremvii/palestras/palestra_de_abertura.pdf> Acesso em: 26 de abril de 2018.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. Tendências e perspectivas historiográficas e novos desafios na história da matemática e na educação matemática. **Educação Matemática e Pesquisa**. São Paulo, v.14, n.3, p.336-347, 2012.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GUAZELLI, Iara R B, et. al. Alfabetização científica crítica e cultura em uma perspectiva CTSA. In: AMARAL, Carmen Lúcia Costa; CURI, Edda (orgs). **Pesquisas e Práticas de Ensino em Química & Biologia**. São Paulo: Terracota, 2009, p.12-41.

MACHADO, Renato 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? 2012. 169p. Dissertação de Mestrado em Educação - Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2012.

PINHEIRO, Nilcéia A. M. **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico:** a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático. 2005. 305p. Tese de Doutorado em Educação Científica e Tecnológica - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PINHEIRO, Nilcéia A.M.; BAZZO, Walter. Caso simulado no ensino-aprendizagem de matemática: ensinar sob uma abordagem crítica. **Bolema**, Rio Claro, n. 32, p.101-122, 2009.

SANTOS, Wildson L. P.; MORTIMER, Eduardo F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação e Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, dezembro 2000.

SANTOS, Wildson L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas cts em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Campinas, vol. 1, número especial, novembro 2007.

SASSERON, Lucia H.; CARVALHO, Anna M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências** – vol.16, n.1, p. 59-77, março 2011.

SBRANA, Maria de F. C. **A contextualização da matemática a partir da abordagem cts na perspectiva da educação matemática crítica.** 2017. 145p. Dissertação de Mestrado em Ensino e História de Ciências e Matemática - Universidade Federal do ABC, Santo André, 2017.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação Matemática Crítica: a questão da democracia.** Campinas: Papirus, 2001, Coleção Perspectivas em Educação Matemática, SBEM, 160 p.

SKOVSMOSE, Ole. **Desafios da reflexão em educação matemática crítica.** Campinas: Papirus, 2008, 144p.

SKOVSMOSE, Ole. Ole Skovsmose e sua educação matemática crítica. **Revista Paranaense de Educação Matemática.** Campo Mourão, Paraná, v.1, n.1, jul-dez. 2012. Entrevista concedida a Amauri Jersi Ceolim; Wellington Hermann.

Enviado em: 05/maio/2018

Aprovado em: 24/janeiro/2019

Ahead of print em: 16/outubro/2019