

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UNIRIO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS – CCH  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

LÍLIA DA SILVA BARROS

**EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM): ANÁLISE DA SITUAÇÃO-  
PROBLEMA NAS QUESTÕES DE BIOLOGIA E SUA POSSÍVEL RELAÇÃO COM  
O ENFOQUE CTS.**

RIO DE JANEIRO

2013

LÍLIA DA SILVA BARROS

**EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM): ANÁLISE DA SITUAÇÃO-  
PROBLEMA NAS QUESTÕES DE BIOLOGIA E SUA POSSÍVEL RELAÇÃO COM  
O ENFOQUE CTS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da UNIRIO - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>.Dra. Carmen Irene Correia de Oliveira

RIO DE JANEIRO

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UNIRIO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS – CCH  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**LÍLIA DA SILVA BARROS**

***Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): análise da situação-problema nas questões de Biologia e sua possível relação com o enfoque CTS.***

Aprovado pela Banca Examinadora  
Rio de Janeiro, 26/08/2013

---

Profa. Dra. Carmen Irene Correia de Oliveira  
Orientadora - UNIRIO

---

Prof. Dr. José Roberto da Rocha Bernardo -UFF

---

Profa. Dra. Guaracira Gouvêa de Sousa - UNIRIO



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

Paulo Freire

Ao  
Meu filho Daniel, o maior e melhor  
presente que Deus me deu.

## **AGRADECIMENTOS**

Acima de tudo e de todos ao Senhor Deus, por ter permitido que este sonho se tornasse realidade.

Aos meus pais Wilton e Ivanildes pelo incentivo amoroso, por serem exemplos de uma vida digna, pessoas com quem aprendo o pão de cada dia, pessoas com quem sempre posso contar quando preciso prosseguir e chegar até o fim de uma caminhada. Obrigada pelas orações, por acreditarem em mim e pelo amor e dedicação.

Aos meus chefes Otaviano e Roberto, amigos de todos os dias. Obrigada pela compreensão, carinho e apoio em todos os momentos difíceis.

Aos meus irmãos Jeanne, Voltaire, Newton Maxwell e Anna Victoria, pelo grande amor que nutre a nossa família, pelas palavras de incentivo, carinho e certeza de que para fazer... é preciso acreditar!

À minha orientadora, Carmen Irene C. de Oliveira, por acreditar em mim. Obrigada por sua generosidade em ensinar e compartilhar o conhecimento facilitando o desenvolvimento da pesquisa, obrigada pela paciência, pelas exortações, pela confiança, pelo carinho e sensibilidade nos momentos difíceis.

Aos professores do curso de pós-graduação da UNIRIO, pela forma comprometida pela qual se dedicam ao curso, em especial aos professores Angela Maria Souza Martins, Carmen Sanches, Maria Auxiliadora Machado, Celso Sanches, Cláudia Fernandes, Andréa Rosana Fetzner, Guaracira Gouvêa de Sousa, pelos ensinamentos, pelo apoio e estímulo em disciplinas ministradas no mestrado.

Aos professores Guaracira Gouvêa de Sousa e José Roberto da Rocha Bernardo por aceitarem compor a banca avaliadora deste trabalho.

Aos professores e companheiros do grupo de pesquisa, pelos textos diversificados em nossas reuniões, por sugestões de leitura e explicações vitais que contribuíram muito para o início de tudo.

Ao professor convidado pelo programa de pós-graduação da UNIRIO: Professor Décio Auler que ministrou a aula inaugural do mestrado sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade no contexto educacional brasileiro. Obrigada, foram cruciais as contribuições desse mestre para minha dissertação.

Aos amigos da UNIRIO, Erica Sales e Jonas, pela paciência, pela compreensão, pela amizade que demonstraram nos momentos de ansiedade, de temores e de preocupações que tinha para conciliar o trabalho e a escrita da dissertação.

Agradeço, ainda, a todos que me incentivaram, ensinaram-me e, principalmente, aos que colaboraram direta ou indiretamente para a escrita e o desenvolvimento desta pesquisa.

## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo avaliar a compreensão da situação-problema no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), na disciplina de Biologia, no período de 2009 a 2012, procurando identificar a aproximação/distanciamento da perspectiva CTS de educação científica e a provável afinidade das competências e habilidades promovidas nas questões do ENEM relacionadas à área de Biologia, conforme as leis e propostas oficiais da educação nacional referentes ao Ensino Médio. Pretendeu-se investigar se as questões do ENEM avaliam, ao término da Educação Básica, de forma aceitável, as Habilidades e Competências indispensáveis à ascensão da alfabetização científica, em sintonia com a abordagem CTS. Nossa base teórica fundamentou-se na análise documental das questões e da fundamentação teórico-metodológica do ENEM (2005) e, por meio da análise de conteúdo proposta por Bardin (1977), Franco (2007) e outros, as unidades de análise foram construídas e possibilitaram o entendimento considerando o enfoque CTS e os documentos oficiais, parâmetros, diretrizes e orientação nacionais de educação/ensino de biologia – as aproximações e distanciamentos sugeridos e estudados, do que se evidenciaria como aprendizagem e como o conhecimento seria avaliado por este exame ao término da Educação Básica. Percebeu-se que a base teórica do ENEM, os documentos oficiais e as características CTS para educação têm uma interligação, entretanto, quando o ENEM apresenta as questões selecionadas para este processo avaliativo, identificou-se uma distância entre a proposta e a sua prática. De forma mais ampla, verificou-se a repetição de algumas habilidades e competências, enquanto outras não foram utilizadas nas questões. O que se verificou foi uma avaliação aparente e, por conseguinte, parcial da habilidade e da competência que o Exame se propõe a investigar.

**Palavras-chave:** ENEM; Ensino de Biologia; Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)

## ABSTRACT

This study aims to assess the understanding of the “problem situation” in the Brazilian “National High School Examination” (ENEM), in the discipline of Biology, in the period 2009-2012, identifying the approach and the departure from the Science, Technology and Society (STS) curriculum perspective of science education and the probable affinity between competencies and skills promoted in the ENEM issues related to the area of Biological Sciences, under the official proposals and the laws of national education system for the Brazilian high school. We intend also, to investigate whether the ENEM questions evaluate, at the end of the basic education cycle, Abilities and Skills that are essential to the acquisition of scientific literacy, according to the STS approach. After them I constructed the analysis units that turned possible the understanding of the proposed questions, while considering the STS approach and the official documents, parameters, guidelines and orientations of the national education and teaching of biology – the similarities and differences that I suggest and that I have studied, of what appears as learning and knowledge, would be measured by this examination at the end of the Basic Education cycle. It was noticed that the theoretical basis of ENEM, official documents and STS features for education have a connection, and however when ENEM presents the selected issues for this evaluation process, it identifies also a gap between the proposal and its practice. What occurs is an apparent and partial evaluation of the skills and expertises that it proposes to investigate with the examination.

**Keywords:** National high school exam (ENEM); Biology teaching; Education in science, technology and society (STS)

## Lista de quadros

<b>Quadro 1.</b> Concepções esperadas sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade em uma abordagem CTS	25
<b>Quadro 2.</b> Médias nacionais do IDEB	42
<b>Quadro 3</b> Número de inscrições confirmadas por ano a partir de 2009	47
<b>Quadro 4.</b> Quadro Resumo: Diferenças a partir de 2009	49
<b>Quadro 5.</b> Concepções esperadas sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade em uma abordagem CTS	58
<b>Quadro 6</b> Unidades de Contexto e de Registro - <i>Contextualização e relação com CTS, com ênfase nas situações-problema, nas questões de Biologia das provas do ENEM de 2009 a 2012.</i>	61
<b>Quadro 7.</b> Competências e Habilidades - Ciências Natureza e suas tecnologias	62
<b>Quadro 8.</b> Classificação das questões nas Unidades de Registro e a análise em relação à educação CTS.	105
<b>Quadro 9.</b> Quadro resumo dos resultados alcançados referentes às questões da área de conhecimento de Biologia, por Habilidade e Competências do ENEM de 2009.	108
<b>Quadro 10.</b> Quadro resumo dos resultados alcançados referentes às questões da área de conhecimento de Biologia, por Habilidade e Competências do ENEM de 2010.	109
<b>Quadro 11.</b> Quadro resumo dos resultados alcançados referentes às questões da área de conhecimento de Biologia, por Habilidade e Competências do ENEM de 2011.	111
<b>Quadro 12.</b> Quadro resumo dos resultados alcançados referentes às questões da área de conhecimento de Biologia, por Habilidade e Competências do ENEM de 2012.	112

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

SIGLAS	DESCRIÇÃO
ACT	Alfabetização científico-tecnológica
ANEB	Avaliação Nacional da Educação Básica
ANRESC	Avaliação Nacional do Rendimento Escolar
CTS	Ciência Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente
C&T	Ciência e Tecnologia
CF/88	Constituição Federal/1988
DC	Desenvolvimento Científico
DE	Desenvolvimento Econômico
DS	Desenvolvimento Social
DT	Desenvolvimento Tecnológico
DB	Documento Básico
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio
DDT	Diodoro Difenil Tricoroetano
ENADE	Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EUA	Estados Unidos da América
FHC	Fernando Henrique Cardoso
FTM	Fundamentação Teórica Metodológica
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IOSTE	International Organization for Science and Technology Education
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
OCNEM	Orientações Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PNE	Plano Nacional de Educação
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PLACTS	Pensamento Latino-Americano de Ciência Tecnologia e Sociedade
ProUni	Programa Universidade para Todos
PISA	Programa Internacional de Avaliação
SAEB	Sistema de Avaliação de Educação Básica
SAEP	Sistema de Avaliação de Escolas Públicas
SAT	Scholastic Assessment Test (Exame de Admissão às universidades americanas)
SILENT SPRING	Primavera Silenciosa
TTM	Textos Teóricos Metodológicos
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNESCO	Organizações das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
UNIRIO	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
USP	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1 MOVIMENTO CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL .....</b>	<b>21</b>
<b>1.1 Origens do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade .....</b>	<b>21</b>
<b>1.2 A perspectiva CTS no Brasil e em outros países .....</b>	<b>26</b>
<b>2 SISTEMA AVALIATIVO: O CASO DO EXAME NACIONAL DE ENSINO MÉDIO (ENEM) .....</b>	<b>35</b>
<b>2.1 As concepções de avaliação .....</b>	<b>36</b>
<b>2.2 O contexto dos anos de 1990 e o surgimento do ENEM .....</b>	<b>40</b>
<b>2.3 Concepção e estruturação do ENEM .....</b>	<b>46</b>
<b>3 AS QUESTÕES DE BIOLOGIA DO ENEM E A PERSPECTIVA CTS .....</b>	<b>57</b>
<b>3.1 Análise e categorização das questões de biologia do ENEM .....</b>	<b>59</b>
<b>3.2 Questões Avaliadas.....</b>	<b>64</b>
<b>3.2.1 Avaliação ENEM 2009 .....</b>	<b>64</b>
<b>3.2.2 Avaliação ENEM 2010 .....</b>	<b>76</b>
<b>3.2.3 Avaliação ENEM 2011 .....</b>	<b>86</b>
<b>3.2.4 Avaliação ENEM 2012 .....</b>	<b>95</b>
<b>3.3 Análise geral das questões .....</b>	<b>105</b>
<b>3.3.1 Avaliação ENEM 2009 .....</b>	<b>107</b>
<b>3.3.2 Avaliação ENEM 2010 .....</b>	<b>108</b>
<b>3.3.3 Avaliação ENEM 2011 .....</b>	<b>110</b>
<b>3.3.4 Avaliação ENEM 2012 .....</b>	<b>111</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>113</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>115</b>

## INTRODUÇÃO

Sempre tive interesse pela educação. Penso ser a educação essencial para o desenvolvimento de um país, em que pese, contudo, no contexto educacional brasileiro não figurar entre as prioridades das diversas instâncias governamentais, apesar do destaque dado a ela pela Constituição Federal e sua importância social.

O interesse por esse assunto foi despertado no ano de 2011, na aula inaugural do Mestrado em Educação da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro: *Ciência, Tecnologia e Sociedade no Contexto Educacional Brasileiro*, proferida pelo Prof. Dr. Decio Auler (UFSM). As pertinentes questões abordadas levaram esta pesquisa pelos caminhos do Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e sua importante relação com a educação no Brasil.

Através da referida aula pudemos perceber que a educação, dentro de bases científicas, permite aos educadores pensar em diferentes estratégias de trabalho, visando à formação de alunos para uma sociedade mais inclusiva. Nossa pesquisa terá como base a análise das situações-problema nas questões de ciências do Exame Nacional do Ensino Médio – Enem e sua possível relação com Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) dentro desse processo de avaliação nacional.

No decorrer do processo educativo, a escola, hegemonicamente, ensina determinados saberes que poderiam ser dispensados no processo de alfabetização, ao invés de partir das próprias questões dos alunos, considerando-os sujeitos da aprendizagem (alfabetizando). A escola, de maneira geral, utiliza argumentos da racionalidade moderna, que exige a fronteira (bem rígida) entre os conhecimentos, a determinação e o controle docente sobre os conteúdos a serem “ensinados”.

Os estudos CTS no Brasil são importantes para desenvolvermos nossas questões, como educadores. Um dos focos da nossa pesquisa refere-se ao ensino de ciências. Espera-se, portanto, que os conteúdos e as vertentes do ensino de ciências considerem a relação entre ciência-tecnologia-sociedade indispensável e necessária, o que implica estimular maior participação social no processo ensino-aprendizagem.

O problema é a forma como alguns temas vêm sendo discutidos em nossa sociedade, tais como clonagem, transgênicos, energia nuclear, células-tronco, além de decisões políticas como as referentes aos Protocolos Internacionais que regulam

emissão de dióxido de carbono no monitoramento do aquecimento global. Os educadores, por sua vez, devem se empenhar no intuito de que esses temas sejam apreendidos pelos alunos de forma a consolidar uma formação cidadã.

Afirmamos a importância desse debate, tendo em vista uma mudança na perspectiva da ciência, como aponta a obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1962), do físico-historiador Thomas Kuhn. Sua obra se inicia sinalizando algumas questões com relação ao que ele chama de ciência normal. Ao descrever o modo como funciona essa ciência e a ciência acadêmica, o autor aborda diferentes pontos e sugere alguns questionamentos. A obra de Kuhn foi fundamental por ser uma das primeiras a olhar a partir de uma perspectiva diferente o “fazer pesquisa”.

A partir dos séculos XVI e XVII, o mundo começou a passar por mudanças significativas; o homem tornou-se o centro do universo, o que abriu novas perspectivas nos campos social, cultural, político e econômico. Com a passagem da Ciência aristotélico-medieval para a Ciência Moderna, o modelo newtoniano passou a ser o novo paradigma. O conhecimento do senso comum é repleto de afirmações e mitos que nem sempre nos revela a causa, a origem de um determinado fenômeno. A ciência apresenta determinados princípios explicativos, modelos, métodos e técnicas científicas que cada período histórico elege como os mais seguros para conduzir à verdade. Podemos afirmar que esse modelo gerou uma ideologia científica que triunfou até meados do século XX, baseada nas explicações proporcionadas pela Matemática, pela Física e pelas Ciências, que utilizam o método científico. (KUHN, 1962).

Boaventura Santos (1997) entende, contudo, que a ideologia científicista trouxe um modelo autoritário por negar o caráter racional a todas as formas de conhecimento que não se pautem em seus princípios epistemológicos e regras metodológicas. Nessa medida, quando no século XIX surgiram as Ciências Humanas, questionou-se: é possível existir uma Ciência cujo objeto de estudo seja o homem? Podemos usar nas Ciências Humanas a mesma metodologia das Ciências da Natureza? Como estabelecer leis para o que é subjetivo? Partindo dessas indagações, buscou-se um método para dar conta do Homem e das relações humanas, promovendo uma ruptura com as Ciências Exatas (da Natureza), criando-se um novo modelo de investigação científica.

As Ciências Humanas, trabalhando com as interpretações através da hermenêutica e unindo a metodologia científica e a filosofia, romperam com a

verdade absoluta, isto é, romperam com o modelo teórico da observação e da objetividade, lançando mão do subjetivo, do que não é observável. Nesse novo modelo, a preservação da atividade humana no seu devir histórico, recuperou o papel do sujeito onde o importante é o não determinismo. Porém, apesar dessa nova visão, em nossas práticas escolares, os modelos de aulas vigentes ainda são reducionistas, pois de maneira geral, o professor só aceita uma resposta e só consegue ver o mundo de uma única forma. (SANTOS, 1997).

Percebe-se atualmente que a ciência não é uma atividade neutra e o seu desempenho está diretamente interligado com os aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais. Desde a segunda metade do século XX, partiu-se do entendimento de que a atividade científica não diz respeito exclusivamente aos cientistas. Essa atividade passou a ter maior visibilidade na sociedade, quando o assunto entrou na pauta de uma discussão pública mais ampla.

Retomando o estudo relativo ao ensino das ciências, Gil Pérez (2001) diz que a “neutralidade” da Ciência seria resultado do que ele denomina de uma visão deformada, ou seja, o fato de a ciência ser ensinada numa perspectiva tradicional transmite uma ideia deformada da natureza, uma imagem de neutralidade, quando na verdade a ciência não é neutra.

Ainda falando sobre o ensino de ciências, Apple (1982 apud Teixeira 2003), diz que a ciência que é ensinada nas escolas ainda sustenta uma imagem idealizada e distante da realidade do trabalho dos cientistas, omitindo antagonismos, conflitos e lutas que são travadas por grupos responsáveis pelo progresso científico. A consequência disso é a construção de uma visão ingênua de uma ciência altruísta, desinteressada e produzida por indivíduos igualmente portadores destas qualidades. Desse modo, haveria necessidade de um controle social que, a partir de uma perspectiva democrática, pudesse abarcar uma parcela cada vez maior da população nas tomadas de decisão sobre ciência e tecnologia.

Segundo Auler (2002) numa visão clássica, as relações entre a Ciência e a Tecnologia (C&T) e destas com a sociedade identificam-se de maneira *essencialista* e *triumfalista* pelo modelo linear de progresso, em que o tecnológico e econômico até então implementados, promovem automaticamente um desenvolvimento social.

Gerar, então, uma discussão das relações CTS no âmbito das instituições educacionais e seus currículos, pode promover a crítica a tal concepção de ciência e beneficiar a alfabetização tecnocientífica. Esta constitui ferramenta indispensável

para se apreender como os conhecimentos científicos e os artefatos variados da tecnologia impactam a sociedade de modo geral e os grupos sociais, em especial.

No dizer de Paulo Freire,

O educador, que aliena a ignorância, se mantém em posições fixas, invariáveis. Será sempre o que sabe, enquanto os educados serão sempre os que não sabem. A rigidez destas posições nega a educação e o conhecimento como processos de busca. (FREIRE, 2005, p. 67).

O enfoque educativo CTS está sendo aplicado nesta pesquisa como uma estratégia para explicar os conceitos científicos e/ou as competências/habilidades a serem investigadas nas questões de ciências do ENEM.

Entendemos a educação como um fenômeno que deve ser estudado em interação com o contexto histórico em que se realiza. E, é por essa razão que, ao focalizarmos o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) no Brasil, não discutiremos apenas questões relacionadas especificamente ao exame. Mostraremos, ainda, um panorama da história da sociedade brasileira em cada momento.

Nessa medida, exploraremos e analisaremos os enunciados das questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) no ensino de ciências, verificando suas possíveis relações com a ciência-tecnologia-sociedade. Este estudo pretende contribuir para a avaliação em ciências, com relação às percepções de ciência e tecnologia em nossa sociedade.

Pretendemos desenvolver o nosso estudo esclarecendo o contexto histórico em que foi criado o ENEM e qual era a política educacional vigente, assim como os aspectos legais do surgimento do ENEM, os estudos CTS e a possível relação do ENEM com a perspectiva CTS, para responder à questão que nos mobiliza: *as questões do ENEM, principalmente aquelas relacionadas à disciplina de Biologia, têm de fato relações com a abordagem CTS?*

Nesse sentido, como objetivos específicos, pretendemos:

- selecionar as questões de ciências do ENEM, no período de 2009 a 2012, que apresentem situação-problema;
- identificar uma proximidade/distanciamento com relação aos pressupostos CTS;

- verificar qual a possível relação das competências e habilidades solicitadas nas questões do ENEM referentes à Biologia, com a proposta curricular nacional.

Para o primeiro objetivo foram selecionadas 41 questões que serão analisadas de acordo com duas categorias selecionadas a partir do estudo que realizamos sobre situação-problema. Para o segundo, identificaremos quais questões têm proximidade com o enfoque CTS e quais se distanciam deste enfoque. Nesse sentido, a partir da revisão sobre CTS elaboramos um quadro com suas características e tendências que funciona como parâmetro para tal análise. E para o terceiro objetivo, enquadraremos as questões conforme a habilidade e competência a que cada uma se refere.

Outro dado importante a ser trabalhado nessa pesquisa é a estrutura do ENEM, ou seja, a disposição e a ordem das partes de um todo, composto por habilidades, competências, estrutura e funcionamento do sistema de avaliação do Ensino Médio.

Trata-se de uma pesquisa documental e bibliográfica, cujos procedimentos analíticos empregados terão como fonte documental as questões de ciências do ENEM de 2009 a 2012 e relatórios do ENEM do mesmo período. Utilizaremos os documentos oficiais como fonte documental para a contextualização do ENEM: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN nº 9394/96), Pareceres, Parâmetros, Resoluções, Plano Nacional de Educação (PNE), Documento Básico Fundamentação Teórico- Metodológica do ENEM e Conselhos respectivos na área educacional.

Para uma análise das questões das provas do ENEM teremos como suporte a análise de conteúdo. Minayo (2003, p. 74) enfatiza que a análise de conteúdo visa verificar hipóteses e descobrir o que está por trás de cada conteúdo manifesto. “[...] o que está escrito, falado, mapeado, figurativamente desenhado e/ou simbolicamente explicitado sempre será o ponto de partida para a identificação do conteúdo manifesto” (seja ele explícito e/ou latente). A análise de conteúdo também pode construir dados históricos: ela usa dados remanescentes da atividade passada (entrevistas, experimentos, observação e levantamentos estão condicionados ao presente) (Bauer e Gaskell, 2007). Cabe, portanto, ao pesquisador, estabelecer categorias de análise para todos os dados coletados.

As categorias foram construídas, considerando o enfoque CTS. Santos e Schnetzler (1997), Martins e Paixão (2011) e Vilches (2011) sugerem alguns

objetivos importantes quando se deseja compreender o enfoque CTS nos processos de ensino e aprendizagem, assim como focar as competências e habilidades discentes que precisam ser desenvolvidas ao final da Educação Básica, debatidas nos documentos oficiais nacionais pesquisados neste estudo.

Considerando a nossa temática e a proposta do ENEM, que avalia os Ensinos Fundamental e Médio, pressupomos que seja um indicador válido no que tange a resoluções de situações problema para o ensino de ciências ao final da Educação Básica.

Analisaremos, então, as habilidades e competências fundamentais para a promoção da alfabetização científica, segundo a abordagem CTS, pois se torna necessário percorrer uma trajetória histórica concreta. Para Minayo (2002), uma pesquisa se destaca pela união entre teorias, pensamentos e ação, onde teoria é a explicação parcial da realidade (proposições) e contempla diversas funções em relação ao estudo do objeto de investigação dando sentido a ele (conceitos). Enquanto a proposição é uma espécie de hipótese comprovada, os conceitos são importantes para a ordem dos objetos e dos processos que devem ou não ser investigados.

Esteban (1993) menciona sobre pesquisa:

[...] A atividade de pesquisa é um fio que se entetece a todas as disciplinas trabalhadas no curso. É na pesquisa, na inserção cotidiana e nos diferentes espaços educativos, que surgem questões que alimentam a necessidade de saber mais, de melhor compreender o que está sendo observado/vivenciado, de construir novas formas de percepção da realidade e de encontrar indícios que façam dos dilemas desafios que podem ser enfrentados (1993, p.21).

Na realização desse trabalho, foram consultados artigos de autores envolvidos no tema, tais como: (BAZZO, 1998; DELIZOICOV, 2000; PEREZ, 2001; AULER, 2002; SANTOS, 2002; MORTIMER, 2002; PINHEIRO, 2005; CACHAPUZ, 2005; CHASSOT, 2007; LINSINGEN, 2008). Analisaremos ainda leis, diretrizes e parâmetros para a aprendizagem dos alunos ao término da Educação Básica, como a Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996; Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB); Resolução CEB Nº 3/98, que instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e Parâmetros Curriculares

Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), Orientações Curriculares do Ensino Médio.

Zaia Brandão (2002) afirma, tendo em vista a pesquisa em educação, que não se “progride” hoje, em quase nenhum campo científico, sem a interlocução com as áreas circunvizinhas.

Corroborando com este pensamento Paulo Freire (1992) disse anteriormente:

E não se diga que, se sou professor de biologia, não posso me alongar em considerações outras, que devo apenas ensinar biologia, como se o fenômeno vital pudesse ser compreendido fora da trama histórico-social, cultural e política. Como se a vida, a pura vida, pudesse ser vivida de maneira igual em todas as suas dimensões na favela, no cortiço ou numa zona feliz dos “Jardins” de São Paulo. Se sou professor de biologia, obviamente, devo ensinar biologia, mas ao fazê-lo, não posso seccioná-la daquela trama. (FREIRE, 1992).

É preciso, portanto, retornar à tradição e fazer releituras. A pesquisa, antes de todas as etapas a serem “cumpridas”, é um projeto cuja forma está vinculada a um ato criativo, estabelecido nos critérios pautados na ética, no equilíbrio, na paixão, na criatividade e no respeito, entre outras coisas. Por isso, é necessário muito estudo, uma sólida bagagem teórica, muita experiência de pesquisa para que se enxergue aquilo que os outros ainda não veem.

Consideramos que as sociedades humanas coexistem num tempo determinado, onde apresentam formação cultural e social. Dessa forma, em uma abordagem qualitativa, de acordo com Minayo (2007, p.39) “(...) toda investigação social necessita vislumbrar a historicidade humana: respeitando a especificidade da cultura que traz em si e de forma complexa, os traços dos acontecimentos de curta, média e longa duração, expressos em seus bens materiais e simbólicos”. O que enfatiza um trabalho intelectual é o ser humano, pois, tanto a sociedade como os indivíduos possuem consciência histórica. A própria sociedade e os grupos que nela são formados interpretam suas ações.

A apresentação desta pesquisa está organizada em três capítulos que dialogam entre si. No capítulo 1 temos por objetivo abordar as considerações teóricas sobre o Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade, sua trajetória histórica no Brasil e no mundo e, as propostas oficiais brasileiras voltadas para o ensino médio relacionadas ao enfoque CTS, assim como teóricos dos estudos CTS.

Investigaremos como tal exame surgiu, de que política partiu a sua criação, organização e objetivos. Finalmente, apresentaremos as questões relacionadas à educação científica e à perspectiva CTS.

No capítulo 2 faremos uma explicação detalhada das Grandes Reformas Educacionais nos anos de 1990; o Sistema Avaliativo: o caso do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM); as concepções de avaliação; o surgimento do ENEM, sua estrutura, seus objetivos e, estudaremos acerca da análise documental: a nova proposta da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Plano Nacional de Educação, Pareceres, Parâmetros, Resoluções e Conselhos respectivos na área educacional.

No capítulo 3, apresentaremos uma análise e categorização das questões de ciências do ENEM, suas habilidades e competências e sua possível relação com o enfoque CTS. Teremos ainda um diagnóstico quanto aos resultados encontrados nas análises e categorização das questões.

Nas considerações finais, a partir do exame conjunto dos resultados, serão abordadas algumas ponderações e considerações sobre as questões levantadas neste trabalho, quanto à possível relação CTS/ENEM.

Esperamos que a presente pesquisa possa servir como uma possibilidade de trabalhar questões de ciências do ENEM que se aproximam da perspectiva CTS em sala de aula, apresentando aspectos indispensáveis para sua definição e abordagem. Assim, indicar caminhos para práticas que tenham como finalidade o desenvolvimento de indivíduos críticos e conscientes do seu papel no mundo, e dessa forma, sejam participantes em seu meio.

## **1 MOVIMENTO CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL.**

Com a finalidade de entendermos melhor o enfoque CTS no contexto das políticas públicas brasileiras, acreditamos ser imprescindível contextualizar a origem desse movimento. Neste capítulo, procuraremos explicar aspectos que nortearam as discussões para o nascimento desses estudos nos países capitalistas centrais e de que forma se deu seu surgimento no Brasil. Essa abordagem tem por objetivo, por meio de uma revisão da literatura, apreender considerações e objetivos dos estudos CTS destinados ao sistema educacional. Com o decorrer da análise documental das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, perceberemos indicações para a abordagem CTS, e finalizaremos este capítulo com algumas considerações para que essas propostas possam ser analisadas nas questões de ciências do Enem.

### **1.1 Origens do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade**

Apesar de serem recentes, os estudos CTS receberam um destaque relevante a partir de meados de 1960 e início dos anos 70, na Grã Bretanha, em resposta ao pensamento generalizado de que o desenvolvimento científico e tecnológico não apresentava uma relação linear com o bem-estar social, como se acreditava, desde o século XIX. A utopia de que o avanço científico e tecnológico poria um fim aos males da humanidade estava chegando ao fim, em consequência dos crescentes acontecimentos sociais e ambientais ligados a tais atividades. Com isso, tanto na América do Norte quanto na Europa, os estudos CTS apareceram como uma reconstrução crítica do papel da ciência e da tecnologia na sociedade, mesmo que com determinações específicas (Mitcham, 1990).

Grandes acontecimentos, como o lançamento do primeiro satélite artificial pela União Soviética denominado de “Sputnik” (1957), a Guerra do Vietnã (1959) e o desenvolvimento da bomba atômica que dizimou as cidades de Hiroshima e Nagasaki, de responsabilidade do Projeto Manhattan (1945), são modelos clássicos

de extensão do conhecimento sistematizado nas relações de poder dos países envolvidos. Episódios como esses despertaram grandes questionamentos e até críticas a respeito dos avanços científicos-tecnológicos. “O cientificismo, visão tradicional da ciência, tem também uma função ideológica de dominação” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 1), uma vez que está linearmente caracterizado por uma visão positivista de ciência, que adotava a tecnologia como um elemento para o desenvolvimento da sociedade.

Tal padrão de desenvolvimento foi criticado, pois não era linear e, basicamente, não estava levando ao bem estar social. Contestou-se “a intervenção dos seres humanos no ambiente e seus impactos se apresentaram de formas bem mais expressivas a partir da década de 1960, comandados por vários movimentos de contestação” (ANGOTTI; AUTH, 2001, P.15).

A procura por entender novas demandas de desenvolvimento científico e tecnológico por intermédio das relações CTS promoveu discussões em âmbito global. O movimento CTS surge em contextos peculiares nos intitulados países centrais (Estados Unidos, Inglaterra, Canadá, Holanda, e Austrália, e países da Europa), dentre os quais os estudos das relações CTS apresentavam distintas inquietações.

Ainda na Inglaterra, nos Países Baixos, entre outros, a transformação cultural em curso, a “politização” da Ciência e Tecnologia, causou aberturas curriculares no ensino superior e secundário. Em trabalho composto por uma revisão bibliográfica sobre o movimento CTS, Auler (1998) enfocou a sua origem histórica, a tradução dos seus objetivos em novas configurações curriculares, os problemas e as perspectivas encontradas, bem como os desafios postos para o ensino de Ciências (formação de professores) no contexto educacional brasileiro. Em meio a esses problemas estabelecidos como prováveis questões de averiguação, destacou-se a formação disciplinar dos professores, inconciliável com a perspectiva interdisciplinar recente do enfoque CTS; concepção dos professores sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade; não contemplação do enfoque CTS nos exames de seleção; formas e modalidades de implementação; produção de material didático-pedagógico; e redefinição dos conteúdos programáticos (AULER, 1998).

Quanto à origem do movimento CTS, no Hemisfério Norte, é importante destacar que, a partir de meados do século XX, nos países capitalistas centrais, crescia um sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico

não estava conduzindo linear e simultaneamente ao desenvolvimento do bem-estar social. Assim sendo, Ciência e Tecnologia começavam a ser objeto de debate político. Houve um movimento que buscava uma nova direção tecnológica, em oposição à ideia de que mais Ciência e Tecnologia iriam, basicamente, decidir sobre problemas ambientais, sociais e econômicos. Passou-se a postular algum controle da sociedade sobre a atividade científico-tecnológica (AULER e DELIZOICOV, 2006).

Conforme Aikenhead (2003), o Projeto Synthesis de 1977, nos Estados Unidos, dividia a educação científica em cinco domínios, um deles nomeava-se: “A interação da ciência, tecnologia e sociedade (C/T/S)”. Esse projeto tinha a finalidade de esquematizar o panorama da educação em ciências nas escolas do país. Com esse intuito, foram realizadas entrevistas com os docentes e diretores das escolas para corroborar seus pontos de vista a respeito das disciplinas de Ciências. A apreciação desses dados demonstrou que os professores das disciplinas de Ciências falavam sobre a importância de uma renovação no ensino, a qual nasceria da influência dos movimentos acadêmicos e sociais e também da insatisfação dos educadores com o ensino de ciências.

É destaque ainda desse autor que em 1982, durante o Simpósio Internacional Organization for Science and Technology Education (IOSTE), ocorreu uma reunião informal, onde estavam presentes educadores da Austrália, Canadá, Itália, Holanda e Inglaterra, e foi indicado que os mesmos trabalhariam com novos 23 currículos científicos. Mostraram-se entusiasmados por diversas propostas que consolidavam a necessidade de um novo formato para a educação científica. Em tal episódio ficou acertado entre os integrantes o início de um grupo exclusivo vinculado ao ideal “CTS”.

Em especial, na área educacional, Auler e Delizoicov (2006) estabelecem como uma nova direção para a educação em Ciências, o que denominam de “Ensino de Ciências na Pós-Mudança Conceitual”. Esta, segundo eles, não se limita à construção de conceitos. O ponto de partida para a aprendizagem deve ser “situações-problemas”, preferencialmente relacionados a contextos reais. O surgimento dessa nova direção assinala para uma educação em Ciências com maior ênfase a orientações relacionadas que sejam do tipo Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA).

As atividades curriculares em CTS nasceram, portanto, como consequência da necessidade de educar o cidadão em ciência e tecnologia de forma diferenciada. Anteriormente, a educação acontecia, porém, não de forma crítica diante dos efeitos e consequências do binômio C&T na sociedade. A situação em que os atuais currículos foram desenvolvidos satisfaz a “integração entre educação científica, tecnológica e social”, onde os conteúdos científico-tecnológicos são estudados junto com seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (SANTOS e MORTIMER, 2002).

Além disso, na esfera educacional, a publicação do documento oriundo da “Conferência Mundial sobre Ciência” realizada em Santo Domingo e na “Declaração de Budapeste”, aponta que: “Devem ser desenvolvidos pelos sistemas educacionais novos currículos, metodologias de ensino e novos recursos que levem em conta o gênero e a diversidade cultural, como resposta às mudanças ocorridas nas necessidades educacionais das sociedades” (UNESCO, 2003, p. 57).

Há uma grande concordância a respeito da urgência de uma alfabetização científica que promova a preparação dos indivíduos para a tomada de decisões. Assim, na Conferência Mundial sobre a Ciência para o século XXI, sob os patrocínios da UNESCO e do Conselho Internacional para a Ciência, afirma-se:

Para que um país esteja em condições de atender às necessidades fundamentais da sua população, o ensino das ciências e da tecnologia é um imperativo estratégico [...] Hoje, mais do que nunca, é necessário fomentar e difundir a alfabetização científica em todas as culturas e em todos os sectores da sociedade, [...] a fim de melhorar a participação dos cidadãos na adopção de decisões relativas à aplicação de novos conhecimentos. (DECLARAÇÃO DE BUDAPESTE, 1999)

Dessa forma, os objetivos da Alfabetização Científica podem ser resumidos em: favorecer a emancipação e a liberdade individual proporcionando a autossatisfação, desenvolver espírito crítico e preparar para o exercício da cidadania.

Lückemeyer e Casagrande Jr (2010) destacam como precursor dos estudos CTS, o cientista C. P. Snow, que realizou a conferência REDE em Cambridge (1959), onde apontou a existência de uma divisão crescente entre duas sociedades que não dialogam – uma composta por cientistas e outra por humanistas – e que

entre ambas há todo tipo de posições intermediárias, compreendendo tecnologia, engenharia e ciências sociais, sugerindo algo como uma terceira cultura, o que se adapta dentro do conceito de CTS.

Em países do hemisfério norte, desde a década de 60 do século passado, na área da educação, o chamado movimento CTS tem procurado privilegiar a participação do estudante em discussões de tópicos que envolvam Ciência e Tecnologia. Na América Latina, na área educacional, esta orientação também está sendo debatida em sala de aula. (AULER e DELIZOICOV, 2006).

Com relação às questões metodológicas, uma abordagem CTS sugere a utilização de várias estratégias de ensino, tais como: palestras com debates, e experimentos em laboratório (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Sendo assim, algumas considerações seriam necessárias para a promoção de uma experiência didática baseada nos estudos CTS. Com efeito, a proposta de incorporar a abordagem CTS no ensino dependerá da disponibilidade para a mudança e novas formas de atuação por parte dos professores para o seu desenvolvimento.

A respeito de CTS, ainda, podemos propor o quadro a seguir, com base no que dizem os autores acima, que traz um bom resumo a respeito das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

**Quadro 1.** Concepções esperadas sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade em uma abordagem CTS.

<b>Aspectos da perspectiva CTS</b>	<b>Concepções esperadas</b>
1- Natureza da Ciência	Ciência – compreendida como construção humana e inserida num contexto sociocultural, que gera conhecimentos condicionados por interesses diversos.
2- Natureza da Tecnologia	Tecnologia – compreendida a partir da aplicação de conhecimentos (científicos ou não) para satisfazer as necessidades humanas, e que contribui para a construção de novos conhecimentos.
3- Natureza da Sociedade	Sociedade – compreendida como um sistema estruturado de relações sociais, no qual se compartilha uma cultura científico-tecnológica e que deve tomar parte na constituição e aplicação do conhecimento científico e tecnológico.
4- As inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade	Ciência e Tecnologia – compreendidas como domínios distintos que se influenciam mutuamente na construção de conhecimentos, e que tanto promovem modificações nas formas de vida da sociedade, como podem ser influenciadas por esta sociedade através de políticas públicas.

## 1.2 A perspectiva CTS no Brasil e no mundo

No que se refere aos trabalhos sobre CTS Brasil, é importante destacar a realização, em 1990, da “Conferência Internacional do Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT – Alfabetização em Ciência e Tecnologia”, cuja temática central foi a educação científica dos cidadãos. Deve-se ponderar, ainda, que a recente reforma curricular do ensino médio congrega, em seus objetivos e fundamentos, elementos dos currículos com ênfase em CTS (SANTOS e MORTIMER, 2002).

A ciência era algo que as pessoas acreditavam ser a solução para todos os males da humanidade. O conhecimento científico tinha um valor extraordinário perante as outras áreas do conhecimento humano. “Essa ênfase exagerada no caráter prático do uso do conhecimento científico pode proporcionar uma distorção da compreensão do que seja ciência, ocultando, sobretudo, os seus principais objetivos” (KÖCHE, 2006, p. 43).

Em 1962, duas obras serviram como um divisor de águas no que tange ao questionamento da ciência puramente neutra: “A estrutura das revoluções científicas”, do físico e historiador Thomas Khun, que debate a compreensão tradicional de ciência; e a obra da bióloga Rachel Carson “Silent Spring” (Primavera Silenciosa), que relata a utilização indiscriminada de pesticidas sintéticos como o Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT). Segundo Auler e Bazzo (2001) essas duas publicações reforçaram as discussões sobre as interações CTS na esfera global.

A partir de então, diversas agências, sociedades profissionais e publicações, nos Estados Unidos e na Europa, apontavam a importância que as questões relativas à ciência e tecnologia estavam atingindo na sociedade. Advertiam, além disso, a ponderação com que foram tomadas tais questões neste momento, tanto no interior da comunidade tecnocientífica, como nas mais externas esferas acadêmicas e públicas. Após tantas questões descobriram que as relações entre ciência e tecnologia são complexas e promovem um programa interdisciplinar para a sua compreensão, não só das benfeitorias da tecnologia científica, mas, sobretudo dos constantemente desconhecidos efeitos diversos (CUTCLIFFE, 2003).

Pesquisas relacionadas à origem do movimento CTS na América Latina se consolidam na reflexão da ciência e da tecnologia como uma alçada das políticas públicas, e que, ainda não sendo consideradas parte integrante do movimento CTS,

logo em seguida foram identificadas como “Pensamento Latino Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade” – PLACTS (LINSINGEN, 2008). O PLACTS nasce em meados da década de 1960, e atribui a relevância das políticas científicas e tecnológicas a implicações de mudanças tanto econômicas quanto sociais. Essas pesquisas idealizam a ciência e a tecnologia (CT) como processos sociais com características específicas e dependentes do contexto em que são introduzidas, compartilhando a perspectiva CTS da não-neutralidade e não-universalidade. A partir desse entendimento surge um paradoxo: “ao mesmo tempo em que os países menos desenvolvidos tentam produzir conhecimento científico local, estão submetidos a uma relação de dependência do conhecimento produzido em países industrializados” (LINSINGEN, 2008).

Ao analisar que a proposta CTS congrega uma perspectiva de reflexão sobre consequências ambientais, Santos (2007) observa que o movimento das décadas de 1970 e 1980 preocupou-se não só com conflitos tecnológicos na sociedade, mas, especialmente, com seus resultados ambientais, “razão pela qual, muitos também adotam a sigla CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) que acrescenta o ambiente como mais um foco de análise nas inter-relações da tríade CTS” (SANTOS, 2008, p.118). Sobre este assunto merece destaque, na década de 1970, a Conferência de Estocolmo com uma legislação internacional do meio ambiente, que abordou assuntos desde a produção e uso das armas nucleares até a exploração dos recursos naturais.

Os movimentos dessa área temática, ocorridos nas décadas de 1950 e 1960, eram centrados na preparação dos jovens para agirem na sociedade como cientistas ou então optarem pela carreira científica, com o objetivo de levar os alunos a compreenderem como ciência e tecnologia influenciam-se mutuamente. Também objetivavam tornar os alunos capazes de usar o conhecimento científico e tecnológico na solução de seus problemas no dia a dia.

Considerando o que foi dito sobre este movimento até aqui, o estudo CTS, dentre os seus objetivos, visa despertar a necessidade de refazer a estrutura curricular dos conteúdos de maneira a reservar à ciência e à tecnologia originais visões atreladas ao contexto social. O entendimento de se levar para a sala de aula o debate sobre as relações existentes entre a ciência, tecnologia e sociedade tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio ganhou fôlego com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), como forma de

artifício para a formação integral do estudante no seu desempenho na sociedade. Cientistas e pesquisadores que trabalham apoiados na perspectiva da educação CTS encontram-se em periódicos da área de Ensino de Ciências como, por exemplo, *Revista Ciência & Educação*, *Ciência & Ensino*, *Pesquisa em Educação em Ciências*, entre outras, assim como livros, teses e dissertações (BAZZO, 1998; AULER, 2001; PINHEIRO e BAZZO, 2004; PINHEIRO, 2005; ZUIN *et al.*, 2008).

Gil Perez *et al.* (2001) assinalam que o enfoque CTS defende um profundo mergulho na cultura científica e tecnológica, essencial para o surgimento de um cidadão crítico, capaz de compartilhar da tomada de decisões, e para a construção de novos cientistas que trabalhem a fim de melhorar a apropriação do conhecimento gerado pela comunidade científica.

Também os estudos CTS indicam a alfabetização científica como uma opção para rebater os questionamentos sobre a relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Em pesquisas realizadas, Auler (1998) explica ter constatado não haver unanimidade quanto ao discurso dos objetivos, conteúdos e práticas da educação CTS. Segundo a sua visão:

O enfoque CTS abarca desde a ideia de contemplar interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade apenas como fator de motivação no ensino de ciências, até aquelas que postulam, como fator essencial desse enfoque, a compreensão dessas interações, a qual, levada ao extremo em alguns desses projetos, faz com que o conhecimento científico desempenhe um papel secundário. (...) Assim, os objetivos apresentados, na literatura, expressam diferentes formas de conceber o movimento: promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana; abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham uma maior relevância social; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e da tecnologia e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico, representam uma síntese dos objetivos “mapeados” por Caamaño (Caamaño apud Auler, 1998).

Cabe salientar que o movimento CTS entende que ciência e natureza caminham juntas. O mais importante desta reflexão é a necessidade de se realçar a relação entre ciência-tecnologia-sociedade. Ao que se dispõe o ensino de ciências, espera-se por parte dos professores e alunos uma interlocução entre ciência-tecnologia-sociedade indispensável e necessária, o que implica estimular maior participação social no processo ensino-aprendizagem.

Outros teóricos sobre a educação CTS, tais como Santos e Schnetzler (2003) assinalam nove aspectos importantes para um melhor desenvolvimento dos estudos CTS. São eles:

- Natureza da ciência. A ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social;
- Natureza da tecnologia. Envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos;
- Natureza da sociedade. A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas;
- Efeito da ciência sobre a tecnologia. A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas;
- Efeito da tecnologia sobre a sociedade. A tecnologia disponível a um grupo humano tem forte influência no estilo de vida do grupo;
- Efeito da sociedade sobre a ciência. Por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica;
- Efeito da ciência sobre a sociedade. Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas;
- Efeito da sociedade sobre a tecnologia. Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, conseqüentemente, promover mudanças tecnológicas;
- Efeito da tecnologia sobre a ciência. A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Dessa forma, a educação CTS visa superar a visão de neutralidade das ciências e da tecnologia na sociedade. Nesta perspectiva, o processo de ensino e aprendizagem desenvolve, na prática, questionamentos para resolução de situações-problema de caráter científico. Sendo assim, professor e aluno caminham juntos pesquisando, na busca da construção e/ou produção do conhecimento científico.

A sociedade tem o direito de participar das definições que lhe dizem respeito. A democratização de processos que envolvem a educação e os temas vinculados à Ciência-Tecnologia (CT) é primordial para fundamentar futuras ações. Na potencialização destas ações, é fundamental a problematização de construções históricas realizadas sobre a atividade científico-tecnológica, atualmente,

consideradas pouco consistentes: superioridade/neutralidade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista/redentora atribuída à Ciência & Tecnologia e o determinismo tecnológico, construções transformadas em senso comum (AULER; DELIZOICOV, 2001).

Segundo Teixeira (2003), de fato, quando avaliamos o ensino de ciências (Biologia, Química, Física e Matemática) é notável que o perfil do trabalho de sala de aula nessas disciplinas está rigorosamente marcado pelo conteudismo, excessiva exigência de memorização de algoritmos e terminologias, descontextualização e ausência de articulação com as demais disciplinas do currículo.

Os trabalhos curriculares em CTS surgiram, assim, como decorrência da necessidade de formar o cidadão em ciência e tecnologia, o que não vinha sendo alcançado adequadamente pelo ensino convencional de ciências.

Com efeito, os estudos CTS na área da educação recomendam uma nova ideia da ciência e tecnologia nas suas relações com a sociedade e o ambiente por meio da preparação de programas e de materiais orientados para obter fins específicos, já amplamente aceitos. Osório (2002) avalia a educação CTS como um auxílio para um melhor entendimento da sociedade em que vivemos fortemente moldada, influente e influenciada na e pela ciência e tecnologia. Nesse pensamento, a educação CTS, preocupada com os problemas sociais, indissociáveis que são dos aspectos científicos e tecnológicos, devem valorizar a construção de valores e assunção de regras sociais e de atitudes que possibilitem aos cidadãos a tomada de decisões nas sociedades em que se inserem, de modo individual ou coletivo. Osório (2002) ainda reforça que:

O enfoque educativo em CTS tanto recupera os espaços críticos dessa relação conjunta ao desenvolver as implicações e os fins do desenvolvimento científico tecnológico em um emaranhado social, político e ambiental, quanto se nos apresenta como um campo de análises propício para entender e educar o fenômeno tecnocientífico moderno OSÓRIO (2002).

A educação CTS também pode ser sistematizada mediante a visão de Acevedo Diaz et al. (2003), a educação CTS se pretende, entre outros: I) aumentar a alfabetização científica; II) criar maior interesse pela ciência e tecnologia; III)

contextualizar socialmente o estudo da ciência por meio de relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade; IV) fornecer aos alunos meios para melhorar o pensamento crítico, a resolução criativa de problemas e a tomada de decisões.

Dessa forma, para alcançar objetivos como os citados, o ensino das ciências deverá apoiar-se em situações sociais técnico-científicas, isto é, discutir temas de alto impacto para a sociedade.

Em relação a sua orientação, fica claro que o ensino CTS rejeita os modelos transmissivos, os modelos de descoberta ou, ainda, os modelos internalistas de mudança conceitual para aplicar uma perspectiva construtivista de caráter social que zela pela deliberação consciente de preparar os alunos para adotarem um papel mais dinâmico e ativo na sociedade. Assume-se, assim, a educação em ciência de orientação CTS como uma força cultural capaz de induzir uma participação mais ativa de todos os cidadãos numa sociedade de melhor qualidade democrática (PAIXÃO e MARTINS, 2011).

“A ciência está na sociedade e é para a sociedade”. Apela-se neste princípio a todos, cientistas e não cientistas, para consciência da função social do conhecimento científico pela importância que este assume nas situações de decisão sobre problemas de natureza tecnocientífica, determinantes para o bem-estar e o progresso comprometidos com a paz e o desenvolvimento global (MARTINS, 2006).

Ainda conforme Martins (2002), o ensino de ciências de aspecto humanista, mais global, menos compartimentada, opta a formar alunos melhor preparados para a compreensão do mundo e das inter-relações do conhecimento científico e tecnológico na sociedade (CTS) e tem-se estabelecido como iluminação para pensadores, educadores e professores de ciências. No entanto, a educação CTS tem vindo a apresentar um conjunto de terminologias, o que provoca uma ampla variedade de opiniões. Deste modo, falam-se em perspectivas, enfoques, inter-relações, contextos, temas, orientações e, mais recentemente, em movimento CTS (Martins, 2000). A nosso ver isto não tem ajudado a consolidar as ideias principais.

A autora acredita que se trata de um movimento para o ensino das ciências condizente com uma filosofia que auxilia tal ensino em contextos de vida real. Entende que tais contextos podem estar ou não próximos do aluno (por exemplo, a exploração do espaço é um tema familiar mas não é próximo, no sentido físico), onde insurgem vinculações à tecnologia, com consequências da e para a sociedade. Nesta filosofia de ensino deixa de ter significado o ensino de conceitos pelos

conceitos, não por estes não terem valor próprio, mas porque sua seriedade será mais bem percebida pelo aluno (sobretudo para níveis mais baixos) se passam a existir como acesso para dar sentido àquilo que é debatido.

Caamaño (2005) pondera que contextualizar o currículo de ciências significa empregar os contextos e as aplicações do conteúdo das disciplinas científicas como forma de ampliar os conceitos e ideias da ciência ou de explicar sua importância. Para a autora, existe uma multiplicidade de interpretações do termo “contexto” que podem abarcar aplicações sociais, econômicas, ambientais, tecnológicas e industriais da ciência. Portanto, contextualizar as ciências significa interagir com a vida cotidiana, atual e futura dos alunos e estimular o interesse para as futuras atividades pessoal, profissional e social.

A educação é uma atividade social que fundamentalmente ocorre em contextos sociais. Como o conhecimento científico é aquilo que mais delimita a época contemporânea das épocas anteriores, é fundamental que ele tente resolver as questões-problema que aborda. A seleção de temas e contextos relevantes do cotidiano é, pois, essencial na criação de programas escolares e de metodologias de ensino.

É necessário repensar que ciência se almeja que os estudantes aprendam a este nível. Se é uma ciência aprofundada, matematizada, especializada ou uma ciência que capacite para entendimento do mundo como ele é, do que foi no passado e os panoramas prováveis de desenvolvimento no futuro. Será provavelmente aqui que questões e problemáticas que emergiram na educação básica poderão ser discutidas, o caráter restrito de todas as formas de conhecimento poderá ser aprofundado, ressaltando que, apesar de todas as limitações, o conhecimento científico se constitui como a forma mais elaborada de explicação do que existe (MARTINS, 2002).

Mais uma consideração a respeito da alfabetização científica é o conceito de que uma sociedade cientificamente alfabetizada está em melhor situação para tomada de decisões. Praia, Gil-Pérez e Vilches (2005) debatem esta consideração e buscam ratificar que uma sociedade cientificamente alfabetizada, com posse de intensos conhecimentos científicos, não garante a tomada de decisões, e que muitas vezes, a participação nas políticas sócio científicas demanda um nível mínimo de informações específicas, acessíveis sobre determinada questão, conforme consideram:

E tentaremos mostrar igualmente que a posse de profundos conhecimentos específicos, como os que possuem os cientistas num campo determinado do saber, não garante a adoção de decisões adequadas, mas exigem enfoque que contemplem os problemas numa perspectiva mais ampla, considerando as possíveis repercussões a médio e longo prazo, tanto no campo considerado, como em outros campos (PRAIA, GIL PÉREZ e VILCHES, 2005, p.143).

Para elucidar esta consideração os autores alegam o conflito da obra *Silent Spring*, em que Rachel Carson aponta os efeitos nocivos do DDT, momento em que foi impetuosamente censurada pela indústria química, por políticos e outros cientistas. A ação de cidadãos, abordados pelos autores como “ativistas ilustrados”, ao tomarem para si os argumentos da bióloga, foram decisivos na exigência de rigorosos controles do uso do DDT, sendo seu emprego regulamentado somente doze anos mais tarde. A respeito disso, Praia, Gil-Pérez E Vilches (2005) consideram que “muitos cientistas, com um nível de conhecimentos, sem dúvida alguma, superior aos desses cidadãos, não souberam ou não quiseram ver, inicialmente, os perigos associados ao uso de pesticidas.” (Ibid., p.143)

A participação na tomada fundamentada de decisões requer dos cidadãos, mais do que um nível de conhecimentos muito alto, a vinculação a um mínimo de conhecimentos particulares, perfeitamente acessíveis para uma cidadania, com planejamentos globais e exposições éticas que não exigem qualquer especialização (GIL-PÉREZ e VILCHES, 2004). Com isso, a posse de intensos conhecimentos específicos, como os que possuem os especialistas num campo determinado de saber, não garante a adoção de decisões adequadas, mas exigem enfoques que contemplem os problemas numa perspectiva mais extensa, considerando as plausíveis repercussões a médio e longo prazo, tanto no campo considerado como em outros campos. E isso é algo que os não especialistas podem contribuir, com perspectivas e interesses mais amplos, sempre que possuam um mínimo de conhecimentos científicos específicos sobre a problemática estudada, sem os quais é impossível compreender as opções em jogo e participar na tomada de decisões fundamentadas.

Outros estudiosos como Santos e Mortimer (2002), da mesma forma defendem ser pertinente a preparação de programas escolares a partir de temas

com enfoque CTS, que, no momento, se encontram articulados com demandas sociais da comunidade em que está inserida a escola.

Entendemos, dessa forma, que o enfoque CTS na área da educação funciona como uma nova possibilidade de, através de temas sociais, abordarmos ciência e tecnologia em suas relações com a sociedade e o ambiente. Trata-se de temas utilizados e apoiados através da preparação de programas e materiais didáticos para atingir objetivos dentro de um currículo flexível. Ainda a orientação CTS pode apresentar um grande número de estratégias que facilitarão aos estudantes responder algumas de suas necessidades em: trabalhos em grupo, aprendizagem cooperativa e individual, debates, tomada de decisões e posicionamento crítico diante de problemas sociais. Sendo assim, a educação CTS funciona como um auxílio para compreendermos melhor a sociedade em que vivemos constantemente adaptada e influenciada na e pela ciência e tecnologia.

## 2 SISTEMA AVALIATIVO: O CASO DO EXAME NACIONAL DE ENSINO MÉDIO

A nossa proposta, neste capítulo, é situar o ENEM considerando as grandes reformas que marcaram o Brasil no âmbito educacional, durante os anos de 1990. Nesse período, surgiram diversas transformações relevantes a respeito da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, que tem como foco a formação geral do indivíduo, seja para a vida profissional, seja para a construção da vida acadêmica (BRASIL, 2004). Vamos, também, discorrer sobre concepções de avaliação, para, em seguida, abordarmos o Exame Nacional.

Considerando a proposta do Documento Básico, percebemos que há uma relação entre a formação geral do indivíduo no sentido de uma cidadania crítica e uma educação voltada para uma perspectiva de práticas diárias que promovam a solução de situações-problema. Nesse sentido, em relação a situações-problema pode-se inferir que a finalidade é a de que o participante faça a leitura de mundo, conforme o Documento Básico<sup>1</sup> (2002) estabelece:

[...] busca verificar como o conhecimento assim construído pode ser efetivado pelo participante por meio da demonstração de sua autonomia de julgamento e de ação, de atitudes, valores e procedimentos diante de situações-problema que se aproximem, o máximo possível, das condições reais de convívio social e de trabalho individual e coletivo (INEP, 2002, p. 17).

O ENEM deve expor o participante a situações-problema (tanto na prova objetiva quanto na prova de redação), com o propósito de que este as interprete e, como resultado, assuma atitudes “ainda que em pensamento (atribui valores, julga, escolhe, decide, entre outras operações mentais)” (INEP, 2002, p.38).

Assim sendo, o papel da educação, no espaço da escola ou em espaços não formais, passa a ser de suma importância nessas mudanças.

---

<sup>1</sup> O presente documento descreve o **Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM**, instituído pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP, em 1998, para ser aplicado aos alunos concluintes e aos egressos deste nível de ensino.

## 2.1 As concepções de avaliação

A formulação do ENEM originou exigências ao processo educativo e uma delas foi o papel da avaliação. O termo avaliar tem sido constantemente associado a expressões como: fazer prova, fazer exame, atribuir notas, repetir ou passar de ano. Contudo, dentro da concepção pedagógica moderna, a avaliação não se reduz à atribuição de notas.

Luckesi (2002, p. 33) entende que “a avaliação pode ser caracterizada como uma forma de ajuizamento da qualidade do objeto avaliado, fator que implica uma tomada de posição a respeito do mesmo, para aceitá-lo ou para transformá-lo”. Ou seja, uma manifestação real baseada em uma tomada de decisão.

Para Hoffmann: “Avaliação é movimento, é ação e reflexão” (2002 p. 58). Tais pensamentos encaminham o tema a discussões, reflexões e debates, envolvendo os sujeitos do processo ensino-aprendizagem, pois a prática pedagógica ainda é a do exame, ao invés de focar no processo ensino-aprendizagem.

Para Álvarez Méndez (2002), no âmbito educativo a avaliação pode ser entendida como atividade crítica de aprendizagem, no sentido de que é possível adquirir conhecimento por meio de tal processo.

Assim, avaliar é sentir e observar o educando como sujeito único, respeitando sua diversidade cultural, pois o aluno não é um objeto com fins mensuráveis, mas sim um ser com habilidades, criatividade, valores, medos, traumas, amores, e é inegável que o papel da avaliação é realçar a sua evolução no processo ensino-aprendizagem.

A prática avaliativa agrega três funções: diagnóstica, formativa e somativa, sendo que, tradicionalmente, o ato de avaliar tem sido utilizado como forma de classificação e não de diagnóstico. Para Esteban:

A avaliação como prática de investigação pressupõe a interrogação constante e se revela um instrumento importante para os professores e professoras comprometidos com uma escola democrática. Compromisso esse que os coloca frequentemente diante de dilemas e exige que se tornem cada dia mais capazes de investigar sua própria prática para formular “respostas possíveis” aos problemas urgentes, entendendo que sempre podem ser aperfeiçoadas. (ESTEBAN, 2003, p.25).

A avaliação diagnóstica nos auxilia a identificar o que é constitutivo, indicando se devemos continuar no mesmo caminho ou se mudamos o percurso. É uma investigação inicial na qual se constata se os educandos estão reagindo diante das experiências pedagógicas. Pois, a eficácia do processo ensino-aprendizagem está na análise desses dados que fornecem elementos ao professor, com a finalidade de melhorar sua prática pedagógica, e ao aluno, a fim de melhorar sua atuação. Para Luckesi:

[...] a função diagnóstica, constitui-se num momento dialético do processo de avançar no desenvolvimento da ação, do crescimento para a autonomia, do crescimento para a competência etc. Como diagnóstica, ela será um momento dialético de senso do estágio em que se está e de sua distância em relação à perspectiva que está colocada como ponto a ser atingido à frente. (2002, p. 35).

O papel da avaliação formativa é constatar se os objetivos estabelecidos para aprendizagem foram atingidos, por isso, tem função de controle de qualidade. É realizada durante todo o processo ensino-aprendizagem. Assim, proporciona ao educando meios que lhe permitem controlar e avaliar seu aprendizado, como também indica onde ocorrem mais dúvidas e dificuldades. Para Hadji:

A avaliação situa-se no centro da ação de formação. Sua função principal é contribuir para uma boa regulação da atividade de ensino (ou de formação, no sentido amplo). Trata-se de levantar informações úteis à regulação do processo ensino / aprendizagem. (2001, p. 19).

A avaliação formativa é um processo global e contínuo, aplicada a cada dia, a cada momento em sala de aula, pressupondo um acompanhamento constante do educando, fornecendo ao docente dados para ajustar sua prática de ensino às necessidades da turma. Perrenoud (1999) afirma que formativa é toda avaliação que auxilia o aluno a aprender e a se desenvolver, ou seja, significa o desenvolvimento de suas convicções políticas, sociais, afetivas, sendo papel primordial da escola o desenvolvimento das capacidades cognitivas.

A interface dialética entre o instrutivo e o educativo conduz a uma posição transformadora, a formação integral da personalidade do aluno, tornando a avaliação um mecanismo significativo da prática educativa em prol do educando e do trabalho docente. De acordo com Álvarez Méndez:

Nessa perspectiva, avaliar é conhecer, é contrastar, é dialogar, é indagar, é argumentar, é deliberar, é raciocinar, é aprender. Em termos gerais, realmente comprometido com a racionalidade prática e crítica, quem avalia quer conhecer, valorizar, ponderar, discriminar, discernir, contrastar o valor de uma ação humana, de uma atividade, de um processo, de um resultado. Avaliar é construir o conhecimento por vias heurísticas de descobrimento. Quem avalia com intenção formativa quer conhecer a qualidade dos processos e dos resultados. (2002, p. 63).

A avaliação somativa despreza a análise do cotidiano da escola e do aluno, dando ênfase ao saber da humanidade acumulado historicamente. É uma avaliação terminal, que rotula, classifica os alunos de acordo com os níveis de aproveitamento pré-estabelecidos, sendo absolutamente cartesiana, elevando a ansiedade dos educandos, pois tem em vista a promoção de uma série para outra, ou de um grau para outro. Segundo Gadotti (1984) “educar é fazer ato de sujeito, é problematizar o mundo em que vivemos para superar as contradições, comprometendo-se com esse mundo para recriá-lo constantemente”. (p. 36)

A avaliação classificatória desempenha um papel disciplinador que penaliza e exclui ao invés de propiciar aprendizagem. Entretanto, por mais paradoxal que possa parecer, é a prática mais comum no ensino. Esse tipo de avaliação desarticula o contexto professor/aluno, e se presta como um instrumento de exclusão. Nas políticas públicas onde o currículo é voltado estritamente ao sistema de avaliação há impossibilidade de reais mudanças no contexto pedagógico e social. Nesse sentido, para Álvarez Méndez:

Nessa interseção de interesses confusos, diz-se com frequência, que na escola se avalia muito. Convém advertir, em oposição a essa suposição tão estendida e tão aceita, que na escola se examina e se qualifica muito e muitas vezes, porém se avalia pouco. A evidência é fornecida pela aprendizagem nula que a própria avaliação oferece, pois limita-se a sancionar. É difícil pensar que a avaliação praticada habitualmente seja um recurso adequado para superar situações de ignorância ou de fracassos, porque simplesmente os constata. (2002, p. 45).

Há ainda outros estudiosos que contribuem com o tema da avaliação, como Kramer (2003, p. 95), por exemplo, quando afirma que “[...] é necessário que a clássica forma de avaliar, buscando os erros e os culpados, seja substituída por uma dinâmica de avaliação capaz de trazer elementos de crítica e de transformação ativa para o nosso trabalho”. Conforme as orientações da LDB nº 9394/96, Kramer (2003) explica que a avaliação se destina a obter informações e subsídios capazes de favorecer o desenvolvimento das crianças e a ampliação de seus conhecimentos. Constitui-se como um elemento de dimensões política, social e pedagógica, integrado ao fazer educativo.

Essa forma de avaliar, que analisa o papel da educação em sua totalidade, foi apresentada por Freire em várias obras e, possivelmente, serviu de referência a diversos autores que abordam essa temática de pesquisa. Freire (1996) coloca a necessidade de se assumir o ato avaliativo como avaliação democrática, a serviço da emancipação e da libertação dos sujeitos.

Para tanto, é imprescindível a reflexão crítica sobre a prática, ou seja, o educador só pode assumir uma postura dialógica se entender e adotar uma postura de rever, refletir e entender a sua ação para reorientá-la com o propósito de modificá-la, visando o crescimento de seus alunos. Dessa forma, o autor afirma que o ato de ensinar exige reflexão crítica sobre a prática.

Nos termos de Freire (1987) o que nos parece conclusivo é que, se almejamos a libertação dos homens, não podemos começar por aliená-los ou mantê-los alienados. A libertação verdadeira, que é a humanização em processo, não é uma coisa que se deposita nos homens. Não é uma palavra a mais, sem sentido. É práxis, que implica a ação e a reflexão dos homens sobre o mundo para, então, transformá-lo (FREIRE, 1987, p. 67). Diante dessas contribuições, muitos outros pesquisadores se voltaram para a avaliação mediadora (uma relação dialógica na construção do conhecimento) na qual, segundo Kramer (2003), todos os elementos do trabalho coletivo devem ser tomados como sujeito e objeto da avaliação, na perspectiva de avaliação participativa, sendo para isso, fundamental incluir organização, planejamento e reflexão crítica.

Ainda sobre a avaliação mediadora, Hoffmann (1993) destaca que, da mesma forma que o professor medeia a questão do conhecimento com o aluno, a avaliação deveria mediar este processo, para desta forma tornar possível a identificação de problemas na aprendizagem do aluno, bem como no método que o professor

emprega para realizar este processo. Nessa perspectiva pedagógica, a prática avaliativa destina-se à melhoria de vida do educando, à ação dinâmica na direção do objeto, ao ato de consciência coletiva dos docentes sobre sua práxis.

Levemos em conta que a LDB reorganiza a educação escolar brasileira em dois níveis: Educação Básica (Educação Infantil, Ensino fundamental e Ensino Médio) e Educação Superior. De acordo com Lima (2005, p.77), as reformas advogam por “descentralizar as responsabilidades e recursos da educação e centraliza a avaliação do sistema e o currículo escolar”. Nesse sentido, a criação de sistemas de avaliação é um dos pontos chaves das mudanças educacionais. Estas avaliações têm por objetivo servir de sinalizadores da qualidade do ensino, preocupando-se, assim, com o produto e não com o processo (LIMA, 2005). A partir daí percebe-se a preocupação em mostrar a quantidade crescente do número de estudantes ingressantes por meio de políticas afirmativas.

Entendemos, dessa forma, que a avaliação não é um fim em si mesmo, mas um mecanismo que permeia um processo de construção do saber numa união gradual e constante, devendo estar articulada ao projeto pedagógico e de ensino. O que se pretende argumentar é que a ação avaliativa está associada à experiência cotidiana do ser humano, partindo do fazer da criança, do jovem e do adulto, permitindo atender aos princípios que regem uma aprendizagem na qual sujeito e objeto interagem.

## **2.2 O contexto dos anos de 1990 e o surgimento do ENEM**

No pensamento de Paschoal Lemme (1998), a forma de educação chamada fundamental deve ser a que faz com que o indivíduo passe a compreender a própria estrutura da sociedade em que vive e o sentido das transformações que se processam nela. E que, dessa forma, passe a ser autor e ator da sociedade, aceitando sua transformação ou rejeitando-a, caso não seja de seu interesse.

A política educacional brasileira dos anos 90, contudo, priorizava, segundo Neves (1999), formar um novo tipo de homem e de trabalhador, valendo-se da escola e dos meios educacionais. Era preciso adequar a escola a um novo modelo econômico que satisfizesse os interesses do neoliberalismo. Para efetivação desses

novos objetivos foram necessárias grandes mudanças na educação escolar, no currículo e na gestão do sistema educacional.

Além das transformações da LDBEN (1996), podemos destacar mais quatro aparatos legais que mudaram consideravelmente a educação, a partir da segunda metade da década de 1990: Decreto nº 2.208, de 17 de abril de 1997, que regulamentou a educação profissional; Decreto nº 2.306 de 19 de agosto de 1997, que estabeleceu novas modalidades de estabelecimentos de ensino superior; Parecer 115, aprovado em 10 de agosto de 1999, que criou as diretrizes gerais para os Institutos Superiores de Educação; Decreto nº 3.276 de 6 de dezembro de 1999, que dispõe sobre a formação em nível superior de professores para atuar na educação básica.

A década de noventa, segundo Costa (2000), significou para o Brasil um contexto de muitas mudanças no campo educacional, no âmbito das quais se insere a implantação do ENEM.

Temos também, de acordo com o art. 214 da Constituição Brasileira, o Plano Nacional da Educação (PNE) que ocorre a cada decênio. O Projeto de Lei nº 8.035/2010 do PNE de 2011/2020 encontra-se em tramitação no Congresso Nacional. No texto do referido projeto ficam estabelecidas as seguintes metas e estratégias relevantes ao nosso objeto de estudo:

Meta 3: Universalizar, até 2016, o atendimento escolar para toda a população de quinze a dezessete anos e elevar, até 2020, a taxa líquida de matrículas no ensino médio para oitenta e cinco por cento, nesta faixa etária.

Estratégias:

3.1) Institucionalizar programa nacional de diversificação curricular do ensino médio, a fim de incentivar abordagens interdisciplinares estruturadas pela relação entre teoria e prática, discriminando-se conteúdos obrigatórios e conteúdos eletivos articulados em dimensões temáticas, tais como ciência, trabalho, tecnologia, cultura e esporte, apoiado por meio de ações de aquisição de equipamentos e laboratórios, produção de material didático específico e formação continuada de professores.

3.3) Utilizar exame nacional do ensino médio como critério de acesso à educação superior, fundamentado em matriz de referência do conteúdo curricular do ensino médio e em técnicas estatísticas e psicométricas que permitam a comparabilidade dos resultados do exame.

3.4) Fomentar a expansão das matrículas de ensino médio integrado à educação profissional, observando-se as peculiaridades das populações do campo, dos povos indígenas e das comunidades quilombolas.

3.5) Fomentar a expansão da oferta de matrículas gratuitas de educação profissional técnica de nível médio por parte das entidades privadas de formação profissional vinculadas ao sistema sindical, de forma concomitante ao ensino médio público.

3.6) Estimular a expansão do estágio para estudantes da educação profissional técnica de nível médio e do ensino médio regular, preservando-se seu caráter pedagógico integrado ao itinerário formativo do estudante, visando ao aprendizado de competências próprias da atividade profissional, à contextualização curricular e ao desenvolvimento do estudante para a vida cidadã e para o trabalho.

Meta 7: Atingir as seguintes médias nacionais para o IDEB, conforme nos mostra o Quadro 1.

**Quadro 2.** Médias nacionais do IDEB.

IDEB	2011	2013	2015	2017	2019	2021
Anos iniciais do ensino fundamental	4,6	4,9	5,2	5,5	5,7	6,0
Anos finais do ensino fundamental	3,9	4,4	4,7	5,0	5,2	5,5
Ensino médio	3,7	3,9	4,3	4,7	5,0	5,2

O atendimento das médias nacionais acima vem em obediência ao seguinte Art. do Projeto de Lei, em questão:

“Art. 11 O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB será utilizado para avaliar a qualidade do ensino a partir dos dados de rendimento escolar apurados pelo censo escolar da educação básica, combinados com os dados relativos ao desempenho dos estudantes apurados na avaliação nacional do rendimento escolar.”

Estratégias:

7.4) Aprimorar continuamente os instrumentos de avaliação da qualidade do ensino fundamental e médio, de forma a englobar o ensino de ciências nos exames aplicados nos anos finais do ensino fundamental e incorporar o exame nacional de ensino médio ao sistema de avaliação da educação básica.

8.3) Garantir acesso gratuito a exames de certificação da conclusão dos ensinamentos fundamental e médio.

13.6) Substituir o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes - ENADE aplicado ao final do primeiro ano do curso de graduação pelo Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, a fim de apurar o valor agregado dos cursos de graduação.

Aqueles que apoiam esse plano garantem que o mesmo impulsionaria o país rumo a outro patamar de desenvolvimento. Se cumprido integralmente, o novo Plano Nacional de Educação (PNE) pode, em dez anos, universalizar a Educação Básica para crianças e jovens de 4 a 17 anos e alfabetizar todas as crianças até 8 anos de idade (mais 17 milhões de jovens e adultos). Aqueles que se posicionam contra o Plano, afirmam que será mais uma boa proposta que não sairá do papel.

Os críticos ainda lembram que não é a primeira vez que temos um grande Plano em mãos. A primeira bússola sugerida foi a versão anterior do PNE, que vigorou de 2001 a 2010. Essa versão também tinha uma grande esperança confiada em seu decênio, porém não deu certo por várias razões. Um dos principais entraves que causou esse insucesso foi a quantidade de objetivos (o Plano contava com 295 objetivos), o que diluiu as demandas, tirando o foco do essencial. Além disso, muitas das metas não eram mensuráveis, o que dificultou seu acompanhamento. Também faltaram regras com punições para quem não cumprisse as determinações. Finalmente e, talvez, o mais importante: um dos artigos do plano foi vetado pela presidência. Era a proposta de aumentar a parcela do Produto Interno Bruto (PIB) investida em Educação de 4 para 7%. Sem dizer de onde viria o dinheiro, o PNE de 2001 virou letra morta antes de nascer.

Ainda sobre o PNE de 2011-2020, há um ponto onde todos os críticos concordam: a demora para sua aprovação é uma grave falta por parte do Governo. A falta de um plano de metas em vigor desestabiliza e enfraquece as ações do poder público na área da educação. As coisas continuam acontecendo, mas sem a coordenação e a unidade garantida por uma base legal (PAGANOTTI e RATIER, 2011)

Podemos afirmar que o ENEM tem origem na LDB (BRASIL, 1996), que introduziu importantes inovações conceituais e organizacionais às Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio, as quais preconizam uma ampla reorganização curricular em áreas de conhecimento, bem como de dois documentos elaborados pelo Ministério da Educação (MEC), os Parâmetros Curriculares

Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2000) e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006).

O ENEM tem início em 1998, em cujo contexto transcorria a primeira gestão de Fernando Henrique Cardoso (1995/2003). Sua criação partiu das várias intervenções governamentais que envolveram, inclusive, os ensinos fundamental e médio.

[...] amparado pela popularidade adquirida nas urnas, o novo presidente iniciou o seu governo organizando uma ampla reforma nas políticas e nos aparelhos do Estado pretendendo reduzir o “custo Brasil”, solucionar a crise da economia brasileira e garantir as chamadas condições de inserção do país na economia globalizada [...]. Com esse objetivo, enquanto empreendeu uma luta ideológica apresentando os direitos sociais como privilégios e entraves ao desenvolvimento econômico, promoveu a desregulação da economia e a flexibilização da legislação do trabalho, a diminuição dos gastos públicos, a privatização das empresas estatais, a abertura do mercado aos investimentos transnacionais, dentre outras medidas (CARDOSO,1998).

Tais mudanças puderam ser sentidas, no âmbito educacional, quando aconteceu uma busca por padronização dos currículos, que se definiu a partir de Diretrizes Curriculares Nacionais e Parâmetros Curriculares Nacionais para estabelecer conteúdos únicos nos diversos estados brasileiros.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96), o Plano Nacional de Educação e a própria Constituição Federal de 1988, já sinalizavam mudanças dessa ordem para toda a estrutura educacional brasileira.

A LDBEN nº. 9394/96 altera dois eixos essenciais à educação: a flexibilidade e a avaliação. Os artigos nos mostram a liberdade e a autonomia conferida aos sistemas de ensino e as obrigações do Estado, dentre elas, a avaliação.

É importante destacar que os dois elementos são opostos dentro do processo educativo, pois ao mesmo tempo em que é conferida à escola liberdade para a tomada de decisões, acontecem as avaliações externas que aspiram verificação da qualidade do ensino ministrado pelas instituições chamadas de “autônomas”.

Vejamos o que diz o Artigo 9º inciso VI sobre avaliação de incumbência da União: “Assegurar o processo nacional de avaliação do rendimento escolar no

ensino fundamental, médio e superior, em colaboração com os sistemas de ensino”.

É competência do Estado, portanto, fiscalizar a educação, habilitar e proporcionar indicadores de desempenho para os sistemas de ensino do país.

O Ministério da Educação, por meio do Instituto Nacional de Estudos Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (BRASIL, INEP, 2007) desenvolveu processos de avaliação no âmbito federal, na perspectiva de oferecer diretrizes para as políticas de educação, visando favorecer o desenvolvimento de uma cultura de avaliação dos meios educacionais.

Dentre os exames nacionais de avaliação encontra-se o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), (também denominado Avaliação Nacional da Educação Básica – ANEB), a Prova Brasil, (definida como Avaliação Nacional do Rendimento Escolar – ANRESC) e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), além do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA).

Criado em 1990, o SAEB baseou-se no Sistema de Avaliação das Escolas Públicas (SAEP) de 1988, cujo objetivo geral consiste no monitoramento da qualidade do ensino e na verificação da equidade e da eficiência dos sistemas de educação básica, proporcionando a comparação do desempenho dos alunos e do sistema educacional brasileiro com o de outros países, o intercâmbio entre as instituições de ensino e de pesquisa, entre outros.

A Prova Brasil foi idealizada para produzir informações sobre o ensino oferecido por cada município e escola, individualmente, com o objetivo de auxiliar os governantes nas decisões e no direcionamento de recursos técnicos e financeiros, assim como a comunidade escolar no estabelecimento de metas e implantação de ações pedagógicas e administrativas, visando à melhoria da qualidade do ensino.

O PISA (*Program for International Student Assessment*) é uma avaliação aplicada em jovens de 15 anos e tem por objetivo avaliar conhecimentos e habilidades em situações da vida real, relacionar diretamente o desempenho de alunos a temas de políticas públicas e permitir o monitoramento regular de padrões de desempenho. A avaliação ocorre ciclicamente a cada três anos com foco principal em uma dessas três áreas: Leitura, Matemática e Ciências.

Dentre esses instrumentos de avaliação destaca-se o ENEM, instituído pelo INEP para investigar a última etapa da educação básica. O exame apresenta o objetivo de oferecer uma referência para que cada cidadão possa ser avaliado ao

término de sua escolaridade básica. Tal diagnóstico permitirá ao jovem concluinte ou ao adulto egresso uma reflexão sobre suas escolhas futuras, quer para ingressar no mercado de trabalho, quer para dar continuidade aos estudos.

### **2.3 Concepção e estruturação do ENEM**

O formato de avaliação do ENEM se estrutura nas articulações entre competências e habilidades e entre o conceito de educação básica e cidadania. As interações do indivíduo com a vida constituem a base para a formação do conhecimento, segundo os idealizadores do exame. Por isso, os mesmos defendem que os conceitos, as ideias, as leis, as teorias, os fatos, as pessoas, a história, o espaço geográfico, a ética e os valores são produzidos nessas interações (BRASIL, 2000)

Nessa perspectiva, o ENEM busca verificar a capacidade de o participante utilizar o conhecimento produzido durante seu percurso de escolarização em situações-problemas interdisciplinares. Ressalta-se, portanto, a importância da educação focar a formação geral do indivíduo, a fim de que se torne um sujeito crítico, autônomo, independente e atuante na vida social, preparado para crescer intelectual, reflexiva e tecnicamente, além de poder ingressar no mercado de trabalho e exercer a plena cidadania.

O ENEM tem, como principal fundamento, o conceito de cidadania dentro de uma visão pedagógica democrática que preconiza a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico. O ENEM possui como ferramenta de avaliação, o relatório pedagógico que é extraído após a aplicação da prova, no cruzamento de itens de um questionário socioeconômico que a acompanha. Nesse relatório, por meio do índice de acertos e erros, pode-se saber se a questão foi de baixo, médio ou alto grau de dificuldade.

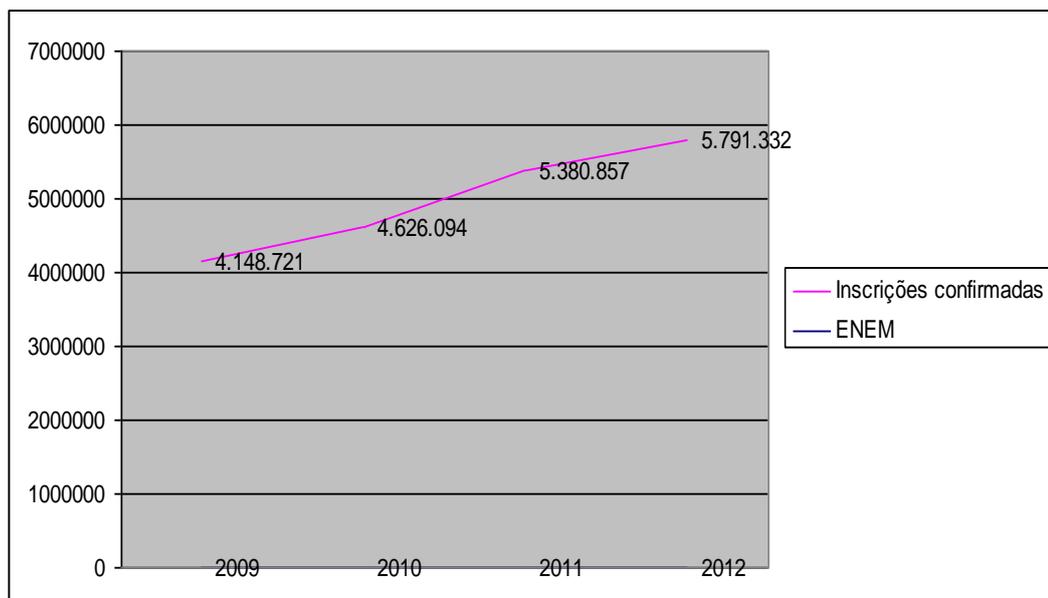
O relatório descreve o número de inscritos por cidade, compara ano a ano como o número de inscritos varia, descreve o referencial teórico utilizado, a estrutura das provas de redação e de múltipla escolha, compara os resultados obtidos distribuídos pelas competências e habilidades entre regiões com fatores socioeconômicos e, por fim, apresenta dados para uma análise pedagógica.

De acordo com esse relatório, tivemos a seguinte evolução ao longo dos anos no Exame: A primeira edição do ENEM, que ocorreu em 1998, teve 157,2 mil inscritos e 115,6 mil participantes. Em sua quarta edição, em 2001, alcançou a marca de 1,6 milhão de inscritos e 1,2 milhão de participantes. A popularização definitiva do exame aconteceu em 2004, quando o MEC instituiu o Pro Uni (Programa Universidade para Todos). No ano seguinte alcançou a marca histórica de 3 milhões de inscritos e 2,2 milhões de participantes.

Esse número continua crescente a cada ano. Podemos observar o crescimento a partir do novo ENEM, pois o mesmo assumiu mais dois objetivos: a Certificação de conclusão do Ensino Médio para pessoas que não o cursaram ou não o concluíram e o papel de substituto total ou parcial, do vestibular. Esse crescimento pode ser observado no quadro abaixo.

**Quadro 3.** Número de inscrições confirmadas por ano a partir de 2009.

ENEM	Inscrições confirmadas
2009	4.148.721
2010	4.626.094
2011	5.380.857
2012	5.791.332



Fonte: Indicadores e dados consolidados Enem 2013 (MEC/INEP, 2013)

O exame é realizado anualmente, sendo aplicado nas capitais e em municípios que, a critério do MEC/INEP, apresentam condições estratégicas para a sua aplicação e operação. Apenas o aluno tem acesso ao seu desempenho, contudo, o INEP aprovisiona um balanço nacional com os resultados do ENEM, disponibilizando-o para Universidades, pesquisadores e Secretarias de Educação.

Segundo o MEC/INEP, as competências foram definidas como sendo as modalidades estruturais da inteligência, ou ações e operações que se utilizam para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer, enquanto as habilidades decorreriam das competências que foram adquiridas ao longo do período estudantil, referindo-se ao plano imediato do “saber fazer”. É através das ações e operações que as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se, possibilitando nova reorganização das competências (MEC/INEP, 1999).

Por ser um exame que evidencia as estruturas mentais para apropriação do conhecimento, sua concepção aprecia as conexões entre saberes adquiridos no decorrer da vida e conhecimentos obtidos nas escolas, decorrência do estudo das disciplinas. Dessa maneira, tem sua base teórica alicerçada por uma “crítica à tradição do currículo enciclopédico, centrado em conhecimentos sem vínculos com a experiência de vida da comunidade escolar e na crença de que a aquisição do conhecimento dispensa o exercício da crítica e da criação, por parte de quem aprende” (INEP, 2007, p. 6)

Todas essas informações são muito importantes para nossa pesquisa, tendo em vista que, de acordo com a LDB, o perfil do aluno concluinte do ensino médio deveria ser aquele que domina as habilidades e competências necessárias ao mundo contemporâneo.

Até 2009, o exame era constituído por uma prova única contendo 63 questões objetivas de múltipla escolha e uma proposta para redação. As questões objetivas e a redação destinavam-se a avaliar as competências e habilidades desenvolvidas pelos participantes ao longo da escolaridade básica.

O ENEM sofreu reformulações em 2009. De uma prova única, com avaliação de competências e habilidades de caráter pouco disciplinar e específico, utilizando a Teoria Clássica de Testes para a atribuição de escores, passou a um exame avaliando competências e habilidades associadas aos objetos de conhecimento,

dentro de domínios cognitivos, com uma Matriz de Referência mais complexa e com a utilização da Teoria da Resposta ao Item.

A respeito das semelhanças e novidades no ENEM, a partir de 2009, temos o seguinte quadro resumo:

**Quadro 4.** Quadro Resumo: Diferenças a partir de 2009.

DIFERENÇAS ENTRE O VELHO E O NOVO ENEM		
	Até 2008	A partir de 2009
FORMATO	63 questões de múltipla escolha e uma redação	180 questões de múltipla escolha e uma redação
DURAÇÃO	5 horas, em um único dia	Dois dias: 4 horas e meia no primeiro e 5 horas e meia no segundo dia, quando há a redação
DISCIPLINAS COBRADAS	Português, geografia, história, biologia, matemática, física e química, além da redação	Áreas do conhecimento: matemática, linguagens e códigos, ciências humanas e ciências da natureza, além da redação
CARACTERÍSTICAS DO EXAME	Explorar as ligações interdisciplinares e o raciocínio lógico, avaliar a capacidade do aluno de resolver situações-problema e interpretar textos e imagens	Interdisciplinaridade e contextualização seguem em alta, com ênfase nos conteúdos das áreas do conhecimento
DATAS	Provas em agosto, e a divulgação dos resultados em novembro	Provas em outubro, e a divulgação dos resultados em dezembro (testes) e janeiro (resultado final, com nota da redação)
IMPORTÂNCIA	Resultado do exame era utilizado como alternativa ou complemento na nota dos vestibulares de mais de mil instituições	Resultado do exame servirá como nota integral do vestibular de 22 universidades federais – no futuro, todas essas instituições devem adotar o modelo.

O Ministério da Educação traçou novas regras, e a prova passou a ter, então, desde 2010, 200 questões, sendo realizada em dois dias, além da prova de redação. O MEC reestruturou o ENEM que passou a se chamar Novo ENEM, apoiado em dois grandes propósitos: induzir referências para potencializar a reestruturação dos currículos no ensino médio, apostando na elevação da qualidade desse nível de

ensino, e criar um processo unificado de seleção dos estudantes para a educação superior. Os testes serão corrigidos segundo a Teoria de Respostas ao Item (TRI), um programa estatístico que pontua as questões em três conjuntos, de acordo com o grau de dificuldade: fáceis, médias e difíceis. Assim, os testes terão valores diferentes. Para cada uma das provas serão atribuídas notas de 0 a 100 pontos, que serão consideradas em processos seletivos de Universidades Públicas ou Privadas como parte da pontuação ou em isenção de provas de vestibular.

Resume-se o Novo ENEM em:

- Certificação de Conclusão do Ensino Médio;
- Critério de seleção para os estudantes que pretendem concorrer a uma bolsa no Programa Universidade para Todos (ProUni);
- Forma de seleção unificada nos processos seletivos das universidades públicas federais.

A partir de então, os alunos passaram a utilizar seus resultados de anos anteriores para acesso a cursos profissionalizantes pós-médio e ao ensino superior, além daqueles que buscam bolsas de estudos através do Programa Universidade para todos (ProUni).

As mudanças no conteúdo da prova, conforme o MEC/INEP (2009), incluem linguagens, códigos e suas tecnologias, ciências humanas e suas tecnologias, havendo mais questões de raciocínio lógico. Todas essas transformações na prova ocorrem sob inspiração do SAT, o exame de admissão às universidades americanas, e do PISA, teste internacional que afere a qualidade do ensino.

Outra novidade implementada a partir de 2009 foi a possibilidade de obtenção do Certificado de Conclusão do Ensino Médio pela realização do Exame, tendo como base o Edital dos exames que indica a nota mínima estabelecida para certificação em cada área do conhecimento e na redação, e a idade mínima de 18 anos completos na data de realização da primeira prova.

Núñez e Ramalho (2011) constatam que avaliar a etapa da educação básica, utilizando o formato do Novo ENEM pressupõe defender uma maneira de ensinar e de aprender coerente com o que se define como política educacional na legislação brasileira (LDB/96). Sendo assim, a fundamentação teórico-metodológica a partir do ENEM levanta questionamentos na pauta do Ministério da Educação e, dessa forma, essa avaliação torna-se ainda mais importante, não somente para esta etapa de ensino, mas para toda a educação básica.

Ainda segundo Nunes e Ramalho (2011), o novo ENEM é uma proposta de avaliação da aprendizagem que responde a uma concepção de ensino pautada e fundamentada tanto nas Orientações Curriculares Nacionais, como nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM/1999). Nessa perspectiva, torna-se clara a urgência em substituir um ensino tradicional focado na transmissão - assimilação dos conteúdos por um novo, de origem produtiva, no qual os alunos possam participar de maneira consciente da construção e apropriação de conteúdos que se estabelecem como artifícios para a educação científica e para a cidadania.

Tal modelo aponta, no processo avaliador, uma possível ruptura com a “educação bancária”, que concebe o processo de ensino-aprendizagem como uma simples transferência do conhecimento do professor para o aluno, visto como um depositário passivo de quem não se espera mais do que o esforço mecânico de memorização de fatos, regras e conceitos. Ao invés de testar a retenção de conteúdos das diversas disciplinas que compõem o currículo da educação básica, como fazem os vestibulares tradicionais, o Enem tem como proposta que o aluno demonstre o domínio de competências e habilidades na solução de problemas, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos na escola e em sua experiência de vida.

De acordo com a Fundamentação Teórico-metodológica define-se situação-problema em um contexto de avaliação por: “uma questão que coloca um problema, ou seja, faz uma pergunta e oferece alternativas, das quais apenas uma corresponde ao que é certo quanto ao que foi enunciado.” Portanto, o aluno deve considerar o conteúdo sugerido na situação-problema e, utilizando as habilidades (ler, comparar, interpretar, etc.), optar pela alternativa que expresse melhor o que foi sugerido.

A utilização de situações-problema estabelece mais um princípio para a estruturação do currículo do Ensino Médio, segundo os PCNEM. Nessa abordagem, espera-se que a aprendizagem das ciências naturais seja um caminho para a solução de problemas e concepção da realidade do mundo natural, que possibilite uma interferência nele de maneira crítica e construtiva, com encargo social.

A situação-problema é um dos eixos estruturadores do ENEM. No currículo do Ensino Médio revela-se indispensável, pelo fato de permitir ao aluno a preparação e ampliação de estratégias pessoais e coletivas, levando ao reconhecimento e à solução dos problemas nas diversas áreas e, com isso, à sua aplicação em ocasiões da vida cotidiana (NUÑEZ; RAMALHO, 2004, p. 274).

Segundo Pozo e Gómez (2009), umas das metas da educação científica na atualidade é o desenvolvimento de habilidades experimentais e de resolução de problemas. Ao mencionarem essa meta, destacam:

O desenvolvimento de habilidades experimentais e de resolução de problemas vai requerer que os conteúdos procedimentais ocupem um lugar relevante no ensino da ciências, e teria como objetivo não só transmitir aos alunos os saberes científicos, mas também torná-los partícipes, na medida do possível dos próprios processos de construção do conhecimento científico (POZO; GÓMEZ,2009, p.28).

Por conseguinte, Oñorbe (2003) enfatiza que:

Na área de ciências a resolução de problemas é reconhecida universalmente como parte essencial dos processos científicos. Encontra-se integrada em todos os currículos acadêmicos e se considera instrumento fundamental da avaliação dos conhecimentos assimilados pelos estudantes (OÑORBE, 2003, p.73).

Skatkin (1982) pondera que a capacidade criadora se configura e se amplia ao se familiarizar ordenadamente os alunos com atividades de caráter criativo, mediante situações que demandam essa capacidade na escola e fora dela. E destaca:

Resolver problemas sempre requer dos alunos não a simples reprodução do material estudado da forma como foi assimilado na experiência anterior, mas a produção de algum tipo de mudança no conteúdo ou na forma de aplicá-lo. A formulação de problemas é condição indispensável para estimular o pensamento dos alunos. A situação-problema é geralmente o momento inicial dos processos mentais. O homem começa a raciocinar quando tem a necessidade de compreender algo (SKATKIN, 1982, p. 8).

Lopes (1994, p. 12), baseado em resultados de verificações na Didática das Ciências Naturais, define que a atividade de resolução de problemas:

a) pode estimular os alunos que, na sua maioria, gostam de experimentar desafios, enfrentar dificuldades;

b) permite o desenvolvimento de diversas capacidades básicas (competências científicas, competências sociais, de comunicação) e de outras capacidades complexas, tais como o pensamento criativo, a tomada de decisão e a própria resolução de problemas entendida como capacidade de alto nível;

c) pode ser um processo fundamental para os alunos mudarem sua visão e suas atitudes em relação ao modo como os cientistas constroem as ciências.

Considerando que, em parte, este trabalho consiste em desenvolver uma análise das questões de ciências do ENEM que envolvam situações-problema, precisaremos definir o significado do tema “problema” abordado pelo ENEM. Macedo (2009) refere-se a situações inusitadas, fatores imprevistos que nos levam a tomada de decisões, ou seja, “(...) *obstáculos ao longo do percurso, que pedem, como é usual em situações problemáticas, interpretações do desafio proposto no contexto, planejamento da solução ou das soluções possíveis, execução da solução planejada e avaliação dos resultados*” (BRASIL, 2009). Nesse sentido, o significado de problema defendido por Macedo constitui-se em uma situação que remete à originalidade, que inquiete o estudante a procurar estratégias de solução diversas das que ele tem conhecimento, ou seja, estabeleça uma dificuldade maior em relação ao que o aluno está habituado. Assim sendo, uma questão indica um problema quando envolve interpretação, estratégia de solução, desempenho e avaliação por parte do estudante.

Ainda para Macedo (2009) uma situação-problema, no contexto de uma avaliação, apresenta-se como uma questão que expõe um problema, ou seja, faz uma pergunta e proporciona alternativas, das quais somente uma satisfaz completamente quanto ao que foi perguntado. Dessa maneira, o aluno deve avaliar o teor sugerido na situação-problema e, lembrando as habilidades (ler, comparar, interpretar, etc.), decidir sobre a alternativa que melhor anuncia o que foi indicado e que satisfaz a solução da situação.

Para o autor:

[...] uma boa questão deve propor um percurso entre uma situação de partida, que corresponde à proposição do enunciado, até um ponto de chegada, que corresponde à escolha da alternativa, suposta pelo avaliado, como a que melhor representa a resposta correta. [...] As situações-problemas propõem uma tarefa para a qual o sujeito deve mobilizar seus recursos ou esquemas e tomar decisões (MACEDO, 2009, p. 19).

O que é importante assinalar é que o documento do ENEM (BRASIL, 2000) explicita que resolver uma situação-problema implica selecionar, organizar, relacionar e interpretar dados para tomar uma decisão. Tais elementos serão necessários às nossas análises.

Oñorbe (2003) destaca a polissemia da categoria problema. Segundo o autor: “Sob a denominação problema, no ensino de ciência se incluem muitos significados, seguindo os diferentes tipos de problemas e as formas de utilizá-los nas aulas” (OÑORBE, 2003, p. 74). A definição de problema não deve ser analisada como uma identificação alheia à pessoa que deve resolvê-lo. Assim sendo, a existência de um problema posto diante de uma pessoa significa:

- a) a existência de uma questão a ser resolvida;
- b) a motivação da pessoa pela resolução do problema;
- c) a não disponibilidade de uma estratégia imediata de resolução;

Sendo assim, a resolução de problemas é uma estratégia didático-metodológica indispensável para o desenvolvimento mental do aluno, promovendo seu raciocínio, servindo de motivação, permitindo a ele colocar-se diante de questionamentos que o levem a pensar por si próprio sobre qual seria a melhor estratégia a ser utilizada.

Para Charnay (1994), são características de um problema:

- a) tratar-se de situação de possível compreensão para o estudante, ou seja, que ele possa “entrar nela” e prever o que pode ser uma resposta adequada;
- b) permitir ao estudante utilizar seus conhecimentos anteriores, mas ao mesmo tempo, oferecer uma resistência suficiente para provocar um sentimento de desafio intelectual;
- c) permitir ao aluno refletir e justificar as estratégias utilizadas, encontrando a validade dentro da mesma situação;

Pozo (2002) opina que um problema sugere a importância dele por parte do aluno e o não acesso de métodos relativamente rápidos que lhe admita a solução mais ou menos imediata. Pelo contrário, no problema fechado ou exercício, os alunos têm mecanismos que determinam de maneira automática a solução.

Núñez et al. (2004) avaliam que a situação-problema é um estado psíquico de dificuldade intelectual, que transcorre quando o aluno encara uma tarefa que não

pode explicar nem resolver com os artifícios que possui, mesmo que esses meios permitam a apreensão da situação e o empenho para sua solução. Segundo esses autores:

Essa situação caracteriza-se pela contradição que se expressa na relação dialética entre o conhecido e o não conhecido funcionando como fonte do desenvolvimento cognitivo (NÚÑEZ et al., 2004, p.147)

Para os autores, o problema, entretanto, abarca a contradição que caracteriza a situação-problema assimilada-internalizada pelo aluno. Desse modo:

- a) a situação-problema revela uma contradição e representa o desconhecido;
- b) o problema expressa a assimilação consciente da contradição, que permite organizar a solução. Representa o procurado (NÚÑEZ et al, 2004).

Lopes (1994) esclarece que um exercício, embora seja diferente de uma situação-problema verdadeira, possui elementos na medida exata e, conforme explica o autor, "este não precisa ser muito trabalhado, a contextualização da situação física não existe, só existe uma solução e o processo de resolução é perfeitamente conhecido" (LOPES, 1994, p.26).

Segundo o Relatório Pedagógico do ENEM 2002, encarar uma situação-problema não significa resolvê-la. Consta no documento:

O enfrentamento de situações-problema relaciona-se à capacidade de o sujeito aceitar desafios que lhes são colocados percorrendo um processo no qual ele terá que vencer obstáculos tendo em vista certo objetivo [...] Produzir resultados com êxito no contexto de uma situação-problema pressupõe o enfrentamento da mesma (BRASIL, 2002, p. 23).

É importante ainda destacar que o Enem não mede, portanto, a capacidade do aluno assimilar e acumular informações, mas de como utilizá-las em contextos adequados, interpretando códigos e linguagens e servindo-se dos conhecimentos adquiridos para a tomada de decisões autônomas e socialmente relevantes.

Nesse sentido, valoriza muito mais o raciocínio do que a "decoreba". Na perspectiva da prova do Enem, são valorizadas competências transversais requeridas para as tarefas a serem avaliadas – posicionar, julgar e interpretar. Muito

embora, como toda avaliação, o Enem ocorra em um contexto artificial, de simulação, suas questões privilegiam situações de vida real.

Vale ainda ressaltar a importância da interdisciplinaridade, outro eixo norteador constante no documento “Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): fundamentação teórico-metodológica” (BRASIL, 2005). Esse elemento básico surge associado diretamente às abordagens que estruturam o ENEM, mais especificamente às contidas nas DCNEM e nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 1999).

Ao apontar a interdisciplinaridade como uma forma de suplantar a excessiva compartimentalização do conhecimento, o ENEM não reprime o papel das disciplinas. Verifica-se, na sua concepção, a ideia de alguns referenciais trazidos pelos PCNEM, em que a interdisciplinaridade “não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes” (BRASIL, 1999, p. 23), “deve ir além da mera justaposição de disciplinas e, ao mesmo tempo, evitar a diluição delas em generalidades [...] não dilui as disciplinas, ao contrário, mantém sua individualidade” (BRASIL, 1999).

Segundo os PCNEM:

[...] É importante enfatizar que a interdisciplinaridade supõe um eixo integrador, que pode ser o objeto de conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção. Nesse sentido ela deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários. Explicação, compreensão, intervenção, são processos que requerem um conhecimento que vai além da descrição da realidade e mobiliza competências cognitivas para deduzir, tirar inferências ou fazer previsões a partir do fato observado (PCNEM/ MEC, 2002, p. 88 e 89).

Nessa abordagem, a interdisciplinaridade serve como uma ferramenta de complementação do conhecimento escolar na metodologia aplicada. Essa definição é perceptível quando consideramos que todo conhecimento sustenta-se mediante o diálogo constante com outros conhecimentos.

### 3 AS QUESTÕES DE CIÊNCIAS DO ENEM E A PERSPECTIVA CTS

Este capítulo destina-se à análise dos enunciados das questões de ciências relativas ao conteúdo de Biologia das provas do ENEM dos anos de 2009 a 2012 e sua possível relação com o enfoque CTS, lembrando que a data de 2009 foi escolhida em função das mudanças na prova. Cabe ressaltar que todos os critérios de recorte foram adotados em função do volume de questões a serem analisadas. O processo de análise obedeceu a três etapas.

**Na primeira etapa**, efetuou-se a seleção de todas as questões que tratam de ciências no período selecionado. Foi focalizada somente a parte da prova correspondente à disciplina Biologia. O procedimento-base foi: seleção das questões de Biologia.

**Na segunda etapa**, o procedimento-base caracterizou-se pela seleção das questões de Biologia que apresentam situação-problema. A categoria situação-problema foi escolhida como corte para seleção das questões por ser um dos eixos norteadores do ENEM e com isso chegamos ao número total de 41. Para classificar as questões como situação-problema, utilizamos o critério da contextualização, ou seja, selecionamos todas as questões que apresentam contextualização, na área de Biologia.

**Na terceira etapa**, foram identificadas as habilidades e competências relativas a ciências em todas as questões selecionadas na etapa 2, para, em seguida, analisá-las em função de uma aproximação/distanciamento dos pressupostos CTS (apresentados no Quadro 5). Considerou-se a **aproximação** com CTS, quando questões apresentavam problematizações acerca da ciência como apresentado pelo Movimento, **distanciamento**, quando não havia indução à tomada de decisão ou a uma reflexão mais crítica. É importante lembrar que a abordagem CTS está sendo aplicada na pesquisa como uma estratégia para ilustrar os conceitos científicos e não para ser verificada como um objetivo de análise do exame.

**Quadro 5.** Concepções esperadas sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade em uma abordagem CTS.

Aspectos da perspectiva CTS	Concepções esperadas
1- Natureza da Ciência	Ciência – compreendida como construção humana e inserida num contexto sociocultural, que gera conhecimentos condicionados por interesses diversos.
2- Natureza da Tecnologia	Tecnologia – compreendida a partir da aplicação de conhecimentos (científicos ou não) para satisfazer as necessidades humanas, e que contribui para a construção de novos conhecimentos.
3- Natureza da Sociedade	Sociedade – compreendida como um sistema estruturado de relações sociais, no qual se compartilha uma cultura científico-tecnológica e que deve tomar parte na constituição e aplicação do conhecimento científico e tecnológico.
4- As inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade	Ciência e Tecnologia – compreendidas como domínios distintos que se influenciam mutuamente na construção de conhecimentos, e que tanto promovem modificações nas formas de vida da sociedade, como podem ser influenciadas por esta sociedade através de políticas públicas.

Como parte dos procedimentos metodológicos adotamos a análise de conteúdo, por se adequar às nossas questões, a partir dos seguintes autores: Laurence Bardin (2002), Gaskell e Bauer (2005).

Bardin (2002) conceitua a análise de conteúdo como “[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”. Tais procedimentos são estabelecidos como critérios, com diversos aspectos de observação, mas que contribuem muito no desvendar dos conteúdos de seus documentos (BARDIN, 2002).

De acordo com Gaskell e Bauer (2005):

A análise de conteúdo é apenas um método de análise de texto desenvolvido dentro das ciências sociais empíricas. Embora a maior parte das análises clássicas de conteúdo culmine em descrições numéricas de algumas características do corpus do texto, considerável atenção está sendo dada aos tipos, “qualidades”, e distinções no texto, antes que qualquer quantificação seja feita. (GASKELL e BAUER, 2005, p.190, grifo do autor)

Ainda segundo Gaskell e Bauer (2005), a análise de conteúdo foi desenvolvida na pesquisa social para a análise de materiais textuais e, especificamente, para o material impresso. É um enfoque bastante geral, e o espectro de dados se ampliou no decorrer dos anos, chegando a abarcar praticamente todo artefato cultural. São vantagens da análise de conteúdo a

sistematização e o caráter público, além de permitir que se lide com grandes quantidades de dados brutos que ocorrem naturalmente, o que não implica que o pesquisador não invista na construção de uma interpretação. O pesquisador caminha através da seleção, criação de unidades e categorização dos dados brutos.

### **3.1 Análise e categorização das questões de ciências do ENEM**

O ENEM (BRASIL, 2000) aborda que para resolver uma situação-problema, deve-se realizar operações que produzam novas informações, confirmem ou resolvam o que está sendo proposto. Estas operações ou competências transversais são principalmente: interpretar, analisar, comparar. A atividade de comparar é fundamental e se realiza na medida em que o aluno opta, entre as alternativas oferecidas, por aquela que melhor corresponde ao que foi perguntado e ao que o avaliador sabe ou concluiu a partir da pergunta (BRASIL, 2000).

Segundo o modelo teórico do ENEM (2005), a solução da situação-problema prevê as seguintes etapas: alteração (resposta inicial à situação-problema), perturbação (assimilação da alteração, que permite delimitar o problema a partir da situação-problema), e a regulação (mecanismo que orienta a recuperação de um novo estado de equilíbrio das estruturas cognitivas), tudo o que leva a novos conhecimentos.

A situação-problema é um dos eixos estruturadores do Enem. O exercício da problematização resgata a capacidade de inquietar-se, primeira condição para o movimento no sentido de aprendizagem significativa. Somam-se a ela, as capacidades de entender questões e de adequar-se, além de fazer uso das condições oferecidas para a busca de respostas. Essa tríade começa a aproximar o ensino das necessidades de compreensão do real, presentes no ser humano. A inquietação promove o envolvimento, o entendimento de questões, a mobilidade de pensar. Por fim, a adequação e o uso das condições garantem o lançar-se em direção a conteúdos, pessoas, objetos.

Com o intuito de aprofundarmos a análise das questões que apresentam situação-problema nas provas de ciências do ENEM, utilizaremos o já referido critério da contextualização. Nesse sentido, do ponto de vista teórico, para a

finalidade das análises dessas questões, investigaremos uma questão contextualizada como sendo aquela na qual o elemento do conhecimento se localiza num dado contexto em que o mesmo tenha sentido.

Essa circunstância satisfaz a um dos fundamentos epistemológicos e didáticos desse tipo de avaliação. Não se trata do conhecimento pelo conhecimento, e sim do conhecimento integrado em contextos diferentes, os quais adotam sentido e se compõem em ferramentas para a solução das situações-problema que se produzem nesse contexto.

O ENEM sinaliza, no ensino das Ciências Naturais, conteúdos que sejam significativos, que ajudem os estudantes a compreender, explicar e participar, como cidadãos, dos diferentes problemas sociais, econômicos, políticos, científicos, atuais e perspectivas.

A LDBEN (BRASIL, 1996) dispõe a regulamentação para o Ensino Médio das diretrizes curriculares nacionais, na qual foi estabelecida uma forma de integralização dos currículos, com objetivo de atualizá-los e caminhar para o avanço da qualidade da educação no Brasil e, em nosso estudo, adequa-se como um dos principais documentos a serem pesquisados, à medida que, a partir dele foram desenvolvidas as bases teóricas para o ENEM.

Segundo essas diretrizes para o Ensino Médio, o enfoque CTS possibilita a discussão da redação entre os polos que a sigla designa e a referência de aspectos tecnocientíficos em acontecimentos sociais significativos. Envolve, ainda, reflexões no campo econômico e sua articulação com o desenvolvimento tecnológico e científico. (BRASIL, 1998)

Para esta análise foram consideradas as definições descritas por Franco (2007), nas quais foram construídas unidades de Análise, que podem ser de Contexto e Registro, inteiramente relacionadas às categorias estabelecidas. Franco (2007) considera que as Unidades de Registro são a menor parte do conteúdo, enquanto as Unidades de Contexto são a parte mais ampla do contexto. Nesse sentido, construímos uma unidade de contexto (abrangente) e uma unidade de registro dividida em 02 subunidades, que podem ser mais bem visualizadas no Quadro.

**Quadro 6.** Unidades de Contexto e de Registro - *Contextualização e relação com CTS, com ênfase nas situações-problema, nas questões de Biologia das provas do ENEM de 2009 a 2012.*

<b>Unidade de Contexto</b>	Situação Problema nas questões de Biologia (ENEM 2009 a 2012)
<b>Unidades de Registro</b>	1 - Caracterização da contextualização
	2 - Relações entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade admitidas

A análise das provas de Ciências da Natureza do ENEM foi pautada na metodologia da análise de conteúdo, a qual, segundo Bardin (1977, p.42) se baseia em:

Um conjunto de técnicas de análise de comunicação visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens (BARDIN, 1977, p.42)

Em especial, realizou-se uma análise temática no estudo das questões da prova, em três etapas: 1ª) pré-análise, 2ª) verificação das questões das provas do ENEM e, 3ª) análise e interpretação. A pré-análise teve início com a leitura das questões, o que propiciou a seleção prévia das questões em que o conteúdo de Biologia está presente. Em seguida, realizamos uma leitura mais detalhada das questões a princípio selecionadas, resultando em um reagrupamento das questões a serem analisadas. Nas provas foram selecionadas 40 questões do caderno de provas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Por fim, realizamos a análise das questões a partir dos seguintes critérios: conteúdo específico de Biologia, contextualização e situação-problema por meio da abordagem das relações CTS.

Analizamos as provas do ENEM de cor amarela<sup>2</sup> no período de 2009 a 2012. Cada questão foi analisada com a finalidade de se averiguar a sua aproximação, ou não, aos pressupostos da educação CTS, bem como, as sugestões das propostas e

---

<sup>2</sup> O ENEM utiliza cores para diferenciar uma prova da outra e entre as cores a cor amarela é considerada a oficial pelos órgãos competentes

documentos oficiais, confrontando a habilidade que deu origem à questão, ou seja, o objeto que será avaliado de fato.

A seguir, no Quadro 7, as habilidades e competências integrantes do Documento do Enem por nós adotada nas análises das questões:

**Quadro 7. Competências e Habilidades - Ciências Natureza e suas tecnologias**

**COMPETÊNCIAS E HABILIDADES – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS**

**Competência de área 1 (CI) – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.**

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

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

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

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

**Competência de área 2 – Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.**

H5 - Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.

H6 - Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum.

H7 - Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.

**Competência de área 3 – Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.**

H8 - Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos.

H9 - Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos.

H10 - Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e(ou) destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais.

H11 - Reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia, considerando estruturas e processos biológicos envolvidos em produtos biotecnológicos.

H12 - Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.

**Competência de área 4 – Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.**

H13 - Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos.

H14 - Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.

H15 - Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.

H16 - Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.

**Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.**

H17 - Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

H18 - Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.

H19 - Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

**Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.**

H20 - Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.

H21 - Utilizar leis físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e(ou) do eletromagnetismo.

H22 - Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais.

H23 - Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.

**Competência de área 7 – Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.**

H24 - Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.

H25 - Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.

H26 - Avaliar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energia envolvidas nesses processos.

H27 - Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.

**Competência de área 8 – Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.**

H28 - Associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros.

H29 - Interpretar experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o ambiente, a saúde, a produção de alimentos, matérias primas ou produtos industriais.

H30 - Avaliar propostas de alcance individual ou coletivo, identificando aquelas que visam à preservação e a implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente.

## 3.2 Questões Avaliadas

### 3.2.1 Avaliação ENEM 2009

**Questão 4**

Em um experimento, preparou-se um conjunto de plantas por técnica de clonagem a partir de uma planta original que apresentava folhas verdes. Esse conjunto foi dividido em dois grupos, que foram tratados de maneira idêntica, com exceção das condições de iluminação, sendo um grupo exposto a ciclos de iluminação solar natural e outro mantido no escuro. Após alguns dias, observou-se que o grupo exposto à luz apresentava folhas verdes como a planta original e o grupo cultivado no escuro apresentava folhas amareladas.

Ao final do experimento, os dois grupos de plantas apresentaram

- A os genótipos e os fenótipos idênticos.
- B os genótipos idênticos e os fenótipos diferentes.
- C diferenças nos genótipos e fenótipos.
- D o mesmo fenótipo e apenas dois genótipos diferentes.
- E o mesmo fenótipo e grande variedade de genótipos.

A questão 04/2009 foi selecionada por apresentar uma situação-problema muito divulgada pela mídia (no caso, a clonagem). Para resolver a questão é preciso o conhecimento dos conceitos de genética, análise e interpretação através dos modelos conceituais e procedimentais da ciência, assim como os processos de produção de conhecimento científico, neste caso, experimentação. A questão trabalha a clonagem definindo uma técnica como sendo aquela na qual se produzem cópias geneticamente de outro indivíduo (a partir de uma célula-mãe), dando origem a clones. A habilidade que se insere nesta questão é a quinze, que interpreta modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos. (Distanciamento CTS)

**Questão 6**

Um novo método para produzir insulina artificial que utiliza tecnologia de DNA recombinante foi desenvolvido por pesquisadores do Departamento de Biologia Celular da Universidade de Brasília (UnB) em parceria com a iniciativa privada. Os pesquisadores modificaram geneticamente a bactéria *Escherichia coli* para torná-la capaz de sintetizar o hormônio. O processo permitiu fabricar insulina em maior quantidade e em apenas 30 dias, um terço do tempo necessário para obtê-la pelo método tradicional, que consiste na extração do hormônio a partir do pâncreas de animais abatidos.

Ciência Hoje, 24 abr. 2001. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br> (adaptado).

A produção de insulina pela técnica do DNA recombinante tem, como consequência,

- A** o aperfeiçoamento do processo de extração de insulina a partir do pâncreas suíno.
- B** a seleção de microrganismos resistentes a antibióticos.
- C** o progresso na técnica da síntese química de hormônios.
- D** impacto favorável na saúde de indivíduos diabéticos.
- E** a criação de animais transgênicos.

A questão 06/2009 foi selecionada por abordar um contexto extraído da Revista *Ciência Hoje* sobre a temática de produção de insulina através da engenharia genética, entrando num plano da tecnologia que tem todo um desdobramento social, trazida na perspectiva da transformação de uma realidade. Os estudantes contextualizam principalmente no ponto de vista de descobertas/conhecimentos científicos para introduzir seus questionamentos e fazer relações com outros contextos. A habilidade exigida na questão é a dezenove onde se utiliza um método para solucionar um problema, no caso, a produção de insulina em quantidade menor de tempo. Esta questão aproxima-se dos objetivos CTS - natureza da tecnologia e natureza social.

## Questão 9

As mudanças climáticas e da vegetação ocorridas nos trópicos da América do Sul têm sido bem documentadas por diversos autores, existindo um grande acúmulo de evidências geológicas ou paleoclimatológicas que evidenciam essas mudanças ocorridas durante o Quaternário nessa região. Essas mudanças resultaram em restrição da distribuição das florestas pluviais, com expansões concomitantes de *habitats* não-florestais durante períodos áridos (glaciais), seguido da expansão das florestas pluviais e restrição das áreas não-florestais durante períodos úmidos (interglaciais).

Disponível em: <http://zoo.bio.ufpr.br>. Acesso em: 1 maio 2009.

Durante os períodos glaciais,

- A as áreas não-florestais ficam restritas a refúgios ecológicos devido à baixa adaptabilidade de espécies não-florestais a ambientes áridos.
- B grande parte da diversidade de espécies vegetais é reduzida, uma vez que necessitam de condições semelhantes a dos períodos interglaciais.
- C a vegetação comum ao cerrado deve ter se limitado a uma pequena região do centro do Brasil, da qual se expandiu até atingir a atual distribuição.
- D plantas com adaptações ao clima árido, como o desenvolvimento de estruturas que reduzem a perda de água, devem apresentar maior área de distribuição.
- E florestas tropicais como a amazônica apresentam distribuição geográfica mais ampla, uma vez que são densas e diminuem a ação da radiação solar sobre o solo e reduzem os efeitos da aridez.

A questão 09/2009 foi escolhida por apresentar uma contextualização ambiental acerca dos períodos glaciais. Foi citada para a explicação dos conteúdos científicos. Na interpretação do enunciado da questão, o estudante perceberá que nos períodos de mudanças climáticas, as plantas que possuem adaptações são as que se sobressaem. Por isso, em períodos glaciais, aqueles vegetais que desenvolveram estruturas capazes de mantê-los vivos e resistentes às adversidades são os que apresentam maior área de distribuição. A habilidade que envolve a questão é a vinte e oito que fala de organismos adaptativos para sobrevivência em diferentes ambientes. (Distanciamento de CTS)

**Questão 11**

A fotossíntese é importante para a vida na Terra. Nos cloroplastos dos organismos fotossintetizantes, a energia solar é convertida em energia química que, juntamente com água e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), é utilizada para a síntese de compostos orgânicos (carboidratos). A fotossíntese é o único processo de importância biológica capaz de realizar essa conversão. Todos os organismos, incluindo os produtores, aproveitam a energia armazenada nos carboidratos para impulsionar os processos celulares, liberando  $\text{CO}_2$  para a atmosfera e água para a célula por meio da respiração celular. Além disso, grande fração dos recursos energéticos do planeta, produzidos tanto no presente (biomassa) como em tempos remotos (combustível fóssil), é resultante da atividade fotossintética.

As informações sobre obtenção e transformação dos recursos naturais por meio dos processos vitais de fotossíntese e respiração, descritas no texto, permitem concluir que

- A o  $\text{CO}_2$  e a água são moléculas de alto teor energético.
- B os carboidratos convertem energia solar em energia química.
- C a vida na Terra depende, em última análise, da energia proveniente do Sol.
- D o processo respiratório é responsável pela retirada de carbono da atmosfera.
- E a produção de biomassa e de combustível fóssil, por si, é responsável pelo aumento de  $\text{CO}_2$  atmosférico.

A questão 11/2009 foi selecionada por apresentar a contextualização a respeito da explicação do processo de fotossíntese, uma forma dos estudantes trabalharem o conteúdo científico para a resolução da situação-problema abordada. A sua resolução está totalmente no seu enunciado que relata o processo de fotossíntese e a necessidade que todos os seres vivos possuem dela. Para que a mesma ocorra é necessário lembrar os conhecimentos científicos explicados em sala de aula sobre a presença da luz solar para a conclusão do processo. A habilidade inserida nesta questão é a dezenove que utiliza processos, neste relato, de grande importância que resulta na conservação ambiental. (Distanciamento CTS)

Questão 13

A abertura e a pavimentação de rodovias em zonas rurais e regiões afastadas dos centros urbanos, por um lado, possibilita melhor acesso e maior integração entre as comunidades, contribuindo com o desenvolvimento social e urbano de populações isoladas. Por outro lado, a construção de rodovias pode trazer impactos indesejáveis ao meio ambiente, visto que a abertura de estradas pode resultar na fragmentação de *habitats*, comprometendo o fluxo gênico e as interações entre espécies silvestres, além de prejudicar o fluxo natural de rios e riachos, possibilitar o ingresso de espécies exóticas em ambientes naturais e aumentar a pressão antrópica sobre os ecossistemas nativos.

BARBOSA, N. P. U.; FERNANDES, G. W. A destruição do jardim. *Scientific American Brasil*. Ano 7, número 80, dez. 2008 (adaptado).

Nesse contexto, para conciliar os interesses aparentemente contraditórios entre o progresso social e urbano e a conservação do meio ambiente, seria razoável

- A impedir a abertura e a pavimentação de rodovias em áreas rurais e em regiões preservadas, pois a qualidade de vida e as tecnologias encontradas nos centros urbanos são prescindíveis às populações rurais.
- B impedir a abertura e a pavimentação de rodovias em áreas rurais e em regiões preservadas, promovendo a migração das populações rurais para os centros urbanos, onde a qualidade de vida é melhor.
- C permitir a abertura e a pavimentação de rodovias apenas em áreas rurais produtivas, haja vista que nas demais áreas o retorno financeiro necessário para produzir uma melhoria na qualidade de vida da região não é garantido.
- D permitir a abertura e a pavimentação de rodovias, desde que comprovada a sua real necessidade e após a realização de estudos que demonstrem ser possível contornar ou compensar seus impactos ambientais.
- E permitir a abertura e a pavimentação de rodovias, haja vista que os impactos ao meio ambiente são temporários e podem ser facilmente revertidos com as tecnologias existentes para recuperação de áreas degradadas.

A questão 13/2009 foi selecionada por se tratar de envolvimento do coletivo. Para a resolução é oportuno e também necessário articular os conhecimentos científicos e tomar uma decisão para obter êxito nessa situação-problema. Trata-se da habilidade quatro que visa avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação u utilização sustentável da biodiversidade. Podemos ainda relacionar esta questão com a habilidade 12 que avalia impactos em ambientes naturais decorrentes das atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios. Segundo Martins (2011) “a ciência está na sociedade e é para a sociedade”. Com isso, tanto cientistas como não-cientistas devem se conscientizar de sua função social através do conhecimento científico, pela relevância que esse assume nas situações de decisão referentes a problemas de natureza tecnocientífica relacionados ao bem-estar social e o desenvolvimento do progresso da humanidade. (Aproximação com CTS - natureza da tecnologia e natureza social)

**Questão 16**

A figura seguinte representa um modelo de transmissão da informação genética nos sistemas biológicos. No fim do processo, que inclui a replicação, a transcrição e a tradução, há três formas proteicas diferentes denominadas *a*, *b* e *c*.



Depreende-se do modelo que

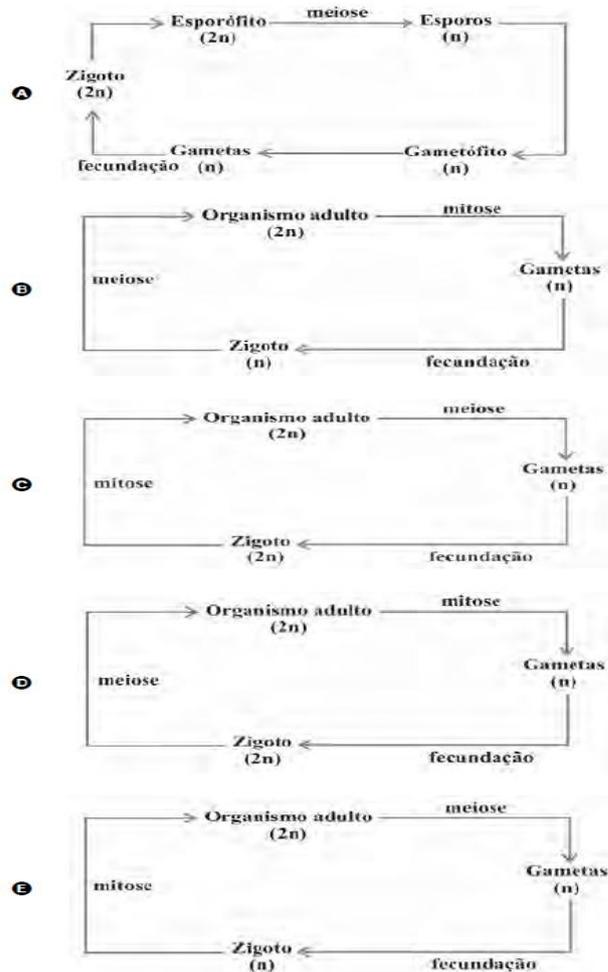
- A a única molécula que participa da produção de proteínas é o DNA.
- B o fluxo de informação genética, nos sistemas biológicos, é unidirecional.
- C as fontes de informação ativas durante o processo de transcrição são as proteínas.
- D é possível obter diferentes variantes proteicas a partir de um mesmo produto de transcrição.
- E a molécula de DNA possui forma circular e as demais moléculas possuem forma de fita simples linearizadas.

A questão 16/2009 foi selecionada por nos mostrar a contextualização do processo de transcrição e tradução de proteínas, trazida para ilustração dos conteúdos científicos. Para a solução desta situação-problema o estudante só precisará interpretar o que mostra a figura e detectar que na tradução pode ocorrer a formação "a", "b" e "c" que são diferentes variantes proteicas formadas após a transcrição do RNA. A habilidade exigida na questão é a quinze que serve para interpretar modelos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos. (Distanciamento CTS)

Questão 22

Os seres vivos apresentam diferentes ciclos de vida, caracterizados pelas fases nas quais gametas são produzidos e pelos processos reprodutivos que resultam na geração de novos indivíduos.

Considerando-se um modelo simplificado padrão para geração de indivíduos viáveis, a alternativa que corresponde ao observado em seres humanos é:



Disponível em: [www.infoescola.com](http://www.infoescola.com) (adaptado).

A questão 22/2009 foi selecionada por apresentar uma situação-problema em que o estudante deverá converter um texto em linguagem natural para um esquema. A contextualização utilizada na questão explica o fato de que os seres vivos possuem diferentes tipos de ciclos de vida e, para resolvê-la é necessário a aplicação dos conteúdos científicos ministrados em sala de aula e adequá-los à resposta que completa o ciclo de vida do ser humano. A habilidade que se adapta a questão é a quinze que serve para interpretar modelos e experimentos, neste caso, o ciclo de vida humana. (Distanciamento CTS)

Questão 23

Cerca de 1% do lixo urbano é constituído por resíduos sólidos contendo elementos tóxicos. Entre esses elementos estão metais pesados como o cádmio, o chumbo e o mercúrio, componentes de pilhas e baterias, que são perigosos à saúde humana e ao meio ambiente. Quando descartadas em lixos comuns, pilhas e baterias, vão para aterros sanitários ou lixões a céu aberto, e o vazamento de seus componentes contamina o solo, os rios e o lençol freático, atingindo a flora e a fauna. Por serem bioacumulativos e não biodegradáveis, esses metais chegam de forma acumulada aos seres humanos, por meio da cadeia alimentar. A legislação vigente (Resolução CONAMA nº 257/1999) regulamenta o destino de pilhas e baterias após seu esgotamento energético e determina aos fabricantes e/ou importadores a quantidade máxima permitida desses metais em cada tipo de pilha/bateria, porém o problema ainda persiste.

Disponível em: <http://www.mma.gov.br>.  
Acesso em: 11 jul. 2009 (adaptado).

Uma medida que poderia contribuir para acabar definitivamente com o problema da poluição ambiental por metais pesados relatado no texto seria

- Ⓐ deixar de consumir aparelhos elétricos que utilizem pilha ou bateria como fonte de energia.
- Ⓑ usar apenas pilhas ou baterias recarregáveis e de vida útil longa e evitar ingerir alimentos contaminados, especialmente peixes.
- Ⓒ devolver pilhas e baterias, após o esgotamento da energia armazenada, à rede de assistência técnica especializada para repasse a fabricantes e/ou importadores.
- Ⓓ criar nas cidades, especialmente naquelas com mais de 100 mil habitantes, pontos estratégicos de coleta de baterias e pilhas, para posterior repasse a fabricantes e/ou importadores.
- Ⓔ exigir que fabricantes invistam em pesquisa para a substituição desses metais tóxicos por substâncias menos nocivas ao homem e ao ambiente, e que não sejam bioacumulativas.

A questão 23/2009 foi selecionada por apresentar uma situação-problema que trata do lixo eletrônico em nossos dias. O seu enunciado traz uma divulgação do Ministério do Meio Ambiente afirmando que 1% do lixo urbano é composto por resíduos que contêm metais pesados perigosos à saúde humana e ao meio ambiente. Ainda afirma que os resíduos são bioacumulativos e não biodegradáveis e que chegam aos seres humanos pela cadeia alimentar. No último parágrafo relata que, apesar de haver uma legislação que regulamenta o seu descarte e determine aos fabricantes a quantidade máxima permitida de metais pesados em cada tipo de pilha/bateria, o problema persiste. É solicitado aos estudantes uma alternativa que acabasse definitivamente com o problema da poluição ambiental por metais pesados. Esta questão leva o estudante a uma reflexão maior no que concerne aos conflitos ambientais, levando-o também a se posicionar e a discutir alternativas para um desenvolvimento sustentável. A habilidade exigida na questão é a dez, que faz uma análise das perturbações ambientais, identificando o destino dos poluentes (neste caso, o lixo eletrônico) em sistemas naturais. (Aproximação com CTS - natureza da ciência, natureza da tecnologia e natureza social)

**Questão 28**

Uma pesquisadora deseja reflorestar uma área de mata ciliar quase que totalmente desmatada. Essa formação vegetal é um tipo de floresta muito comum nas margens de rios dos cerrados no Brasil central e, em seu clímax, possui vegetação arbórea perene e apresenta dossel fechado, com pouca incidência luminosa no solo e nas plântulas. Sabe-se que a incidência de luz, a disponibilidade de nutrientes e a umidade do solo são os principais fatores do meio ambiente físico que influenciam no desenvolvimento da planta. Para testar unicamente os efeitos da variação de luz, a pesquisadora analisou, em casas de vegetação com condições controladas, o desenvolvimento de plantas de 10 espécies nativas da região desmatada sob quatro condições de luminosidade: uma sob sol pleno e as demais em diferentes níveis de sombreamento. Para cada tratamento experimental, a pesquisadora relatou se o desenvolvimento da planta foi **bom**, **razoável** ou **ruim**, de acordo com critérios específicos. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Espécie	Condição de luminosidade			
	Sol pleno	Sombreamento		
		30%	50%	90%
1	Razoável	Bom	Razoável	Ruim
2	Bom	Razoável	Ruim	Ruim
3	Bom	Bom	Razoável	Ruim
4	Bom	Bom	Bom	Bom
5	Bom	Razoável	Ruim	Ruim
6	Ruim	Razoável	Bom	Bom
7	Ruim	Ruim	Ruim	Razoável
8	Ruim	Ruim	Razoável	Ruim
9	Ruim	Razoável	Bom	Bom
10	Razoável	Razoável	Razoável	Bom

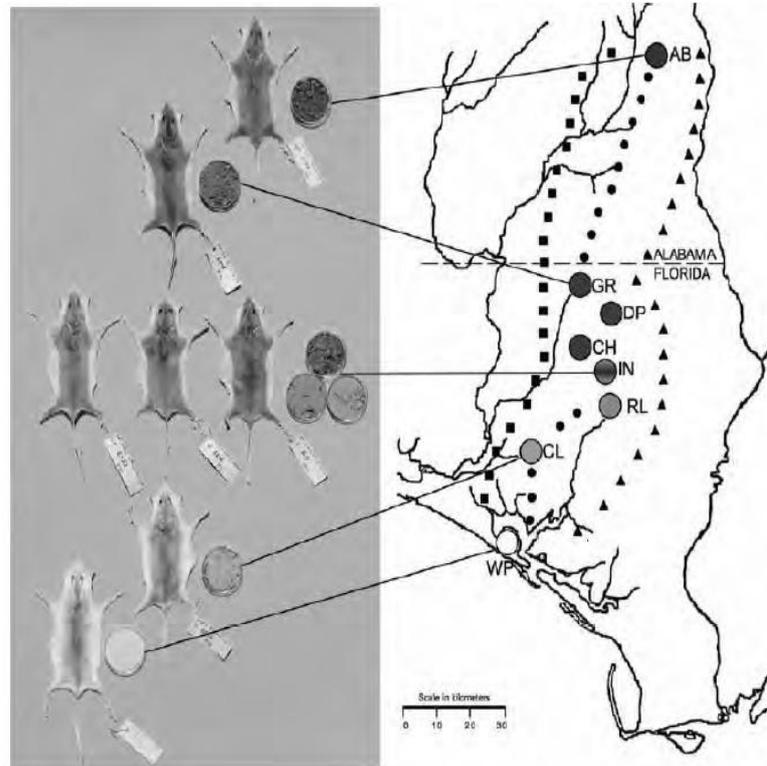
Para o reflorestamento da região desmatada,

- A** a espécie 8 é mais indicada que a 1, uma vez que aquela possui melhor adaptação a regiões com maior incidência de luz.
- B** recomenda-se a utilização de espécies pioneiras, isto é, aquelas que suportam alta incidência de luz, como as espécies 2, 3 e 5.
- C** sugere-se o uso de espécies exóticas, pois somente essas podem suportar a alta incidência luminosa característica de regiões desmatadas.
- D** espécies de comunidade clímax, como as 4 e 7, são as mais indicadas, uma vez que possuem boa capacidade de aclimação a diferentes ambientes.
- E** é recomendado o uso de espécies com melhor desenvolvimento à sombra, como as plantas das espécies 4, 6, 7, 9 e 10, pois essa floresta, mesmo no estágio de degradação referido, possui dossel fechado, o que impede a entrada de luz.

A questão 28/2009 foi selecionada por trabalhar a ideia de reflorestamento. Na questão temos uma situação-problema de modo restrito e sem informações quanto ao causador do problema. Para fazê-la temos um quadro que será objeto de interpretação pelo estudante, onde é apresentado um conjunto de informações (dados) necessário para a construção da resolução do problema. Esses dados foram criados a partir da contextualização de uma situação hipotética do trabalho de uma pesquisadora sobre o reflorestamento de áreas de matas ciliares. Através do conhecimento científico, a pesquisadora em questão, encontra a solução para o reflorestamento da localidade, pois verifica que a utilização das espécies pioneiras (2, 3 e 5) é o indicado, pois tem as seguintes características: bom desenvolvimento, resistentes ao sol pleno, menos resistentes em relação à fertilidade do solo. A habilidade aplicada na questão é a quatro, onde a pesquisadora fez uma intervenção no meio ambiente com medidas de recuperação através do reflorestamento. (Distanciamento com CTS)

Questão 33

Os ratos *Peromyscus polionotus* encontram-se distribuídos em ampla região na América do Norte. A pelagem de ratos dessa espécie varia do marrom claro até o escuro, sendo que os ratos de uma mesma população têm coloração muito semelhante. Em geral, a coloração da pelagem também é muito parecida à cor do solo da região em que se encontram, que também apresenta a mesma variação de cor, distribuída ao longo de um gradiente sul-norte. Na figura, encontram-se representadas sete diferentes populações de *P. polionotus*. Cada população é representada pela pelagem do rato, por uma amostra de solo e por sua posição geográfica no mapa.



MULLEN, L. M.; HOEKSTRA, H. E. Natural selection along an environmental gradient: a classic cline in mouse pigmentation. *Evolution*, 2008.

O mecanismo evolutivo envolvido na associação entre cores de pelagem e de substrato é

- Ⓐ a alimentação, pois pigmentos de terra são absorvidos e alteram a cor da pelagem dos roedores.
- Ⓑ o fluxo gênico entre as diferentes populações, que mantém constante a grande diversidade interpopulacional.
- Ⓒ a seleção natural, que, nesse caso, poderia ser entendida como a sobrevivência diferenciada de indivíduos com características distintas.
- Ⓓ a mutação genética, que, em certos ambientes, como os de solo mais escuro, têm maior ocorrência e capacidade de alterar significativamente a cor da pelagem dos animais.
- Ⓔ a herança de caracteres adquiridos, capacidade de organismos se adaptarem a diferentes ambientes e transmitirem suas características genéticas aos descendentes.

A questão 33/2009 foi selecionada por apresentar uma situação-problema em que o estudante precisa analisar todos os dados fornecidos para a sua resolução. A contextualização da questão foi retirada da revista *Evolution* que trata do processo de seleção natural dos ratos mediante a sua pelagem. A solução da questão está na atenção dada a todas as informações, neste caso, o título do artigo. A habilidade aplicada nesta questão é a dezessete, pois serve para relacionar diferentes tipos de representação, neste caso, mapa e gravura. (Distanciamento CTS)

## Questão 34

O lixo orgânico de casa – constituído de restos de verduras, frutas, legumes, cascas de ovo, aparas de grama, entre outros –, se for depositado nos lixões, pode contribuir para o aparecimento de animais e de odores indesejáveis. Entretanto, sua reciclagem gera um excelente adubo orgânico, que pode ser usado no cultivo de hortaliças, frutíferas e plantas ornamentais. A produção do adubo ou composto orgânico se dá por meio da compostagem, um processo simples que requer alguns cuidados especiais. O material que é acumulado diariamente em recipientes próprios deve ser revirado com auxílio de ferramentas adequadas, semanalmente, de forma a homogeneizá-lo. É preciso também umedecê-lo periodicamente. O material de restos de capina pode ser intercalado entre uma camada e outra de lixo da cozinha. Por meio desse método, o adubo orgânico estará pronto em aproximadamente dois a três meses.

Como usar o lixo orgânico em casa? *Ciência Hoje*, v. 42, jun. 2008 (adaptado).

Suponha que uma pessoa, desejosa de fazer seu próprio adubo orgânico, tenha seguido o procedimento descrito no texto, exceto no que se refere ao umedecimento periódico do composto. Nessa situação,

- A o processo de compostagem iria produzir intenso mau cheiro.
- B o adubo formado seria pobre em matéria orgânica que não foi transformada em composto.
- C a falta de água no composto vai impedir que microrganismos decomponham a matéria orgânica.
- D a falta de água no composto iria elevar a temperatura da mistura, o que resultaria na perda de nutrientes essenciais.
- E apenas microrganismos que independem de oxigênio poderiam agir sobre a matéria orgânica e transformá-la em adubo.

A questão 34/2009 foi selecionada por abordar uma situação-problema que faz parte do cotidiano do aluno e trata da contextualização retirada de um artigo da revista *Ciência Hoje* falando sobre a compostagem do lixo. Para a solução da questão é necessário uma boa interpretação do contexto de seu enunciado que afirma a necessidade de umedecimento periódico do adubo para que o mesmo fique pronto. A pergunta exclui este item, isso conseqüentemente impedirá que o processo seja concluído. Esta também é uma questão que levanta questionamentos, posicionamento crítico, tomada de decisão sobre como fazer seu próprio adubo orgânico. A habilidade exigida na questão é a dezenove que utiliza métodos e processos (no caso, a reciclagem) para a resolução da questão. (Aproximação com CTS - natureza da ciência e natureza social).

**Questão 40**

Uma vítima de acidente de carro foi encontrada carbonizada devido a uma explosão. Indícios, como certos adereços de metal usados pela vítima, sugerem que a mesma seja filha de um determinado casal. Uma equipe policial de perícia teve acesso ao material biológico carbonizado da vítima, reduzido, praticamente, a fragmentos de ossos. Sabe-se que é possível obter DNA em condições para análise genética de parte do tecido interno de ossos. Os peritos necessitam escolher, entre cromossomos autossômicos, cromossomos sexuais (X e Y) ou DNAm (DNA mitocondrial), a melhor opção para identificação do parentesco da vítima com o referido casal. Sabe-se que, entre outros aspectos, o número de cópias de um mesmo cromossomo por célula maximiza a chance de se obter moléculas não degradadas pelo calor da explosão.

Com base nessas informações e tendo em vista os diferentes padrões de herança de cada fonte de DNA citada, a melhor opção para a perícia seria a utilização

- A** do DNAm, transmitido ao longo da linhagem materna, pois, em cada célula humana, há várias cópias dessa molécula.
- B** do cromossomo X, pois a vítima herdou duas cópias desse cromossomo, estando assim em número superior aos demais.
- C** do cromossomo autossômico, pois esse cromossomo apresenta maior quantidade de material genético quando comparado aos nucleares, como, por exemplo, o DNAm.
- D** do cromossomo Y, pois, em condições normais, este é transmitido integralmente do pai para toda a prole e está presente em duas cópias em células de indivíduos do sexo feminino.
- E** de marcadores genéticos em cromossomos autossômicos, pois estes, além de serem transmitidos pelo pai e pela mãe, estão presentes em 44 cópias por célula, e os demais, em apenas uma.

A questão 40/2009 foi selecionada por apresentar uma situação-problema relatada pela contextualização de situação hipotética em que um acidente teria levado à necessidade de identificação da vítima por DNA. Para solução da questão o estudante terá de recorrer aos conteúdos científicos, além dos dados fornecidos pelo enunciado para tomar a decisão acertada, respondê-la e, assim, verificar o parentesco da vítima com possíveis pais. No caso, a verificação ocorreria a partir da utilização do DNA mitocondrial transmitido pela mãe, que se encontra em grande quantidade nas células. A habilidade que se insere na questão é a dezenove, que refere-se à utilização de um método para solucionar um problema de ordem social. (Distanciamento CTS)

### 3.2.2 Avaliação ENEM 2010

#### Questão 49

A cárie dental resulta da atividade de bactérias que degradam os açúcares e os transformam em ácidos que corroem a porção mineralizada dos dentes. O flúor, juntamente com o cálcio e um açúcar chamado xilitol, agem inibindo esse processo. Quando não se escovam os dentes corretamente e neles acumulam-se restos de alimentos, as bactérias que vivem na boca aderem aos dentes, formando a placa bacteriana ou biofilme. Na placa, elas transformam o açúcar dos restos de alimentos em ácidos, que corroem o esmalte do dente formando uma cavidade, que é a cárie. Vale lembrar que a placa bacteriana se forma mesmo na ausência de ingestão de carboidratos fermentáveis, pois as bactérias possuem polissacarídeos intracelulares de reserva.

Disponível em: <http://www.diariodasaude.com.br>. Acesso em: 11 ago 2010 (adaptado).

**cárie 1.** destruição de um osso por corrosão progressiva.  
\* cárie dentária: efeito da destruição da estrutura dentária por bactérias.

HOUAISS, Antônio. *Dicionário eletrônico*. Versão 1.0. Editora Objetiva, 2001 (adaptado).

A partir da leitura do texto, que discute as causas do aparecimento de cáries, e da sua relação com as informações do dicionário, conclui-se que a cárie dental resulta, principalmente, de

- A falta de flúor e de cálcio na alimentação diária da população brasileira.
- B consumo exagerado do xilitol, um açúcar, na dieta alimentar diária do indivíduo.
- C redução na proliferação bacteriana quando a saliva é desbalanceada pela má alimentação.
- D uso exagerado do flúor, um agente que em alta quantidade torna-se tóxico à formação dos dentes.
- E consumo excessivo de açúcares na alimentação e má higienização bucal, que contribuem para a proliferação de bactérias.

A questão 49/2010 foi selecionada por apresentar uma situação-problema que trata do contexto da saúde bucal e também por fazer parte do cotidiano dos estudantes, uma vez que, a presença de cáries acarreta prejuízos. Para solucionar a questão o aluno só precisará de uma boa interpretação da contextualização sobre o processo de formação de uma cárie, assim como, a complementação da definição do que é uma cárie pela explicação fornecida pelo dicionário ainda no enunciado. Com base nessas informações, será simples escolher a melhor alternativa. A habilidade nela encontrada é a vinte e nove, por se tratar de um texto que apresenta implicações diretas entre atividades dos seres vivos, no caso o homem e sua saúde bucal. (Distanciamento CTS)

**Questão 50**

A vacina, o soro e os antibióticos submetem os organismos a processos biológicos diferentes. Pessoas que viajam para regiões em que ocorrem altas incidências de febre amarela, de picadas de cobras peçonhentas e de leptospirose e querem evitar ou tratar problemas de saúde relacionados a essas ocorrências devem seguir determinadas orientações.

Ao procurar um posto de saúde, um viajante deveria ser orientado por um médico a tomar preventivamente ou como medida de tratamento

- Ⓐ antibiótico contra o vírus da febre amarela, soro antiofídico caso seja picado por uma cobra e vacina contra a leptospirose.
- Ⓑ vacina contra o vírus da febre amarela, soro antiofídico caso seja picado por uma cobra e antibiótico caso entre em contato com a *Leptospira* sp.
- Ⓒ soro contra o vírus da febre amarela, antibiótico caso seja picado por uma cobra e soro contra toxinas bacterianas.
- Ⓓ antibiótico ou soro, tanto contra o vírus da febre amarela como para veneno de cobras, e vacina contra a leptospirose.
- Ⓔ soro antiofídico e antibiótico contra a *Leptospira* sp e vacina contra a febre amarela caso entre em contato com o vírus causador da doença.

A questão 50/2010 foi escolhida por abordar uma situação-problema também muito conhecida pelos estudantes por tratar da contextualização sobre a prevenção de certos tipos de doenças e também por ressaltar formas de evitar ou tratar problemas de saúde mediante a vacinação, o soro antiofídico e o antibiótico. Para resolver a questão bastaria uma leitura atenta ao enunciado e à sequência das ocorrências apresentadas (febre amarela, cobras peçonhentas e leptospirose). A habilidade utilizada foi a vinte e nove, por se tratar de técnicas da medicina que trazem implicações diretas à saúde do homem. (Distanciamento CTS)

**Questão 54**

O fósforo, geralmente representado pelo íon de fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), é um ingrediente insubstituível da vida, já que é parte constituinte das membranas celulares e das moléculas do DNA e do trifosfato de adenosina (ATP), principal forma de armazenamento de energia das células. O fósforo utilizado nos fertilizantes agrícolas é extraído de minas, cujas reservas estão cada vez mais escassas. Certas práticas agrícolas aceleram a erosão do solo, provocando o transporte de fósforo para sistemas aquáticos, que fica imobilizado nas rochas. Ainda, a colheita das lavouras e o transporte dos restos alimentares para os lixões diminuem a disponibilidade dos íons no solo. Tais fatores têm ameaçado a sustentabilidade desse íon.

Uma medida que amenizaria esse problema seria:

- Ⓐ Incentivar a reciclagem de resíduos biológicos, utilizando dejetos animais e restos de culturas para produção de adubo.
- Ⓑ Repor o estoque retirado das minas com um íon sintético de fósforo para garantir o abastecimento da indústria de fertilizantes.
- Ⓒ Aumentar a importação de íons fosfato dos países ricos para suprir as exigências das indústrias nacionais de fertilizantes.
- Ⓓ Substituir o fósforo dos fertilizantes por outro elemento com a mesma função para suprir as necessidades do uso de seus íons.
- Ⓔ Proibir, por meio de lei federal, o uso de fertilizantes com fósforo pelos agricultores, para diminuir sua extração das reservas naturais.

A questão 54/2010 foi selecionada por apresentar uma situação-problema que afeta diretamente o ambiente em que vivemos, portanto, cabe uma reflexão mais crítica para uma tomada de decisão. A questão apresenta fatores que têm ameaçado a sustentabilidade do íon fosfato e propõe aos estudantes que apontem uma medida que amenizaria o problema, ou seja, uma forma ecologicamente correta, que atenuasse os efeitos da perda do fosfato pela erosão. A alternativa indicada para atender àquelas necessidades seria a que alerta para a importância do incentivo à reciclagem de resíduos biológicos. A habilidade aplicada na questão é a dez, que analisa perturbações ambientais, neste caso, o fósforo extraído das minas acelerando a erosão do solo. (Aproximação com CTS - natureza da ciência, natureza da tecnologia e natureza social)

### Questão 55

O texto “O vôo das Folhas” traz uma visão dos índios Ticunas para um fenômeno usualmente observado na natureza:

#### O vôo das Folhas

Com o vento

as folhas se movimentam.

E quando caem no chão

ficam paradas em silêncio.

Assim se forma o *ngaura*. O *ngaura* cobre o chão da floresta, enriquece a terra e alimenta as árvores.]

As folhas velhas morrem para ajudar o crescimento das folhas novas.]

Dentro do *ngaura* vivem aranhas, formigas, escorpiões, centopeias, minhocas, cogumelos e vários tipos de outros seres muito pequenos.]

As folhas também caem nos lagos, nos igarapés e igapós.

A natureza segundo os Ticunas/Livro das Árvores.  
Organização Geral dos Professores Bilingües Ticunas, 2000.

Na visão dos índios Ticunas, a descrição sobre o *ngaura* permite classificá-lo como um produto diretamente relacionado ao ciclo

- A da água.
- B do oxigênio.
- C do fósforo.
- D do carbono.
- E do nitrogênio.

A questão 55/2010 envolve uma situação-problema onde se requer atenção maior dos estudantes para solucioná-la. Em sua contextualização há um relato da visão que apresentam os índios Ticunas sobre a natureza, em que vários elementos são reciclados. O texto cita a expressão “alimenta as árvores” no intuito de levar o aluno a lembrar os conteúdos científicos da formação do ciclo do nitrogênio (no caso nitratos) para optar pela alternativa correta, tendo em vista que a decomposição de matéria orgânica leva à produção de outros elementos. A habilidade que se insere na questão é a trinta, que possibilita avaliação de propostas de alcance coletivo, no caso, a natureza, e visa a preservação do ambiente. (Distanciamento CTS)

### Questão 56

A lavoura arrozeira na planície costeira da região sul do Brasil comumente sofre perdas elevadas devido à salinização da água de irrigação, que ocasiona prejuízos diretos, como a redução de produção da lavoura. Solos com processo de salinização avançado não são indicados, por exemplo, para o cultivo de arroz. As plantas retiram a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é retida no solo.

WINKEL, H.L.; TSCHIEDEL, M. *Cultura do arroz: salinização de solos em cultivos de arroz*. Disponível em: <http://agropage.tripod.com/saliniza.html>. Acesso em: 25 jun. 2010 (adaptado).

A presença de sais na solução do solo faz com que seja dificultada a absorção de água pelas plantas, o que provoca o fenômeno conhecido por seca fisiológica, caracterizado pelo(a)

- A** aumento da salinidade, em que a água do solo atinge uma concentração de sais maior que a das células das raízes das plantas, impedindo, assim, que a água seja absorvida.
- B** aumento da salinidade, em que o solo atinge um nível muito baixo de água, e as plantas não têm força de sucção para absorver a água.
- C** diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas não têm força de sucção, fazendo com que a água não seja absorvida.
- D** aumento da salinidade, que atinge um nível em que as plantas têm muita sudação, não tendo força de sucção para superá-la.
- E** diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas ficam túrgidas e não têm força de sudação para superá-la.

A questão 56/2010 foi escolhida por abordar uma situação-problema que apresenta contextualização sobre a lavoura arrozeira na planície costeira da região sul do Brasil, que sofre perdas devido à salinização da água de irrigação, provocando um impacto na produção do alimento (arroz), criando problemas na economia. Para que o estudante solucione esta questão faz-se necessário uma leitura detalhada do questionamento feito, a fim de escolher a alternativa que melhor o responda, ou seja, requer uma boa interpretação de todo o contexto apresentado. A habilidade exigida na questão é a dezenove, que permite avaliar processos que contribuam para a diagnose de problemas de ordem ambiental. (Aproximação com CTS - natureza da tecnologia e natureza social)

**Questão 59**

O despejo de dejetos de esgotos domésticos e industriais vem causando sérios problemas aos rios brasileiros. Esses poluentes são ricos em substâncias que contribuem para a eutrofização de ecossistemas, que é um enriquecimento da água por nutrientes, o que provoca um grande crescimento bacteriano e, por fim, pode promover escassez de oxigênio.

Uma maneira de evitar a diminuição da concentração de oxigênio no ambiente é:

- A Aquecer as águas dos rios para aumentar a velocidade de decomposição dos dejetos.
- B Retirar do esgoto os materiais ricos em nutrientes para diminuir a sua concentração nos rios.
- C Adicionar bactérias anaeróbicas às águas dos rios para que elas sobrevivam mesmo sem o oxigênio.
- D Substituir produtos não degradáveis por biodegradáveis para que as bactérias possam utilizar os nutrientes.
- E Aumentar a solubilidade dos dejetos no esgoto para que os nutrientes fiquem mais acessíveis às bactérias.

A questão 59/2010 foi selecionada por apresentar uma situação-problema que causa sérios impasses aos rios brasileiros, como o despejo de dejetos de esgotos domésticos e industriais, algo que afeta toda a sociedade. Quando falamos dos rios brasileiros, estamos nos referindo ao impacto da tecnologia sobre o meio ambiente. Para a solução do problema, o estudante precisará somente interpretar e perceber como evitar a eutrofização. Desse modo, faz-se o tratamento do esgoto para promover nutrientes orgânicos. Assim sendo, evita-se a multiplicação das bactérias e, conseqüentemente, é reduzido o consumo de oxigênio por esses organismos. Todas essas informações o estudante encontra no contexto da pergunta e poderá responder a questão. A habilidade que se insere na questão é a doze, a qual leva o aluno a avaliar impactos em ambientes naturais, no caso, o rio, reflexo de atividades sociais. (Aproximação com CTS - natureza da tecnologia e natureza social)

### Questão 61

No ano de 2000, um vazamento em dutos de óleo na baía de Guanabara (RJ) causou um dos maiores acidentes ambientais do Brasil. Além de afetar a fauna e a flora, o acidente abalou o equilíbrio da cadeia alimentar de toda a baía. O petróleo forma uma película na superfície da água, o que prejudica as trocas gasosas da atmosfera com a água e desfavorece a realização de fotossíntese pelas algas, que estão na base da cadeia alimentar hídrica. Além disso, o derramamento de óleo contribuiu para o envenenamento das árvores e, conseqüentemente, para a intoxicação da fauna e flora aquáticas, bem como conduziu à morte diversas espécies de animais, entre outras formas de vida, afetando também a atividade pesqueira.

LAUBIER, L. Diversidade da Maré Negra. In: *Scientific American Brasil*. 4(39), ago. 2005 (adaptado).

A situação exposta no texto e suas implicações

- Ⓐ indicam a independência da espécie humana com relação ao ambiente marinho.
- Ⓑ alertam para a necessidade do controle da poluição ambiental para redução do efeito estufa.
- Ⓒ ilustram a interdependência das diversas formas de vida (animal, vegetal e outras) e o seu habitat.
- Ⓓ indicam a alta resistência do meio ambiente à ação do homem, além de evidenciar a sua sustentabilidade mesmo em condições extremas de poluição.
- Ⓔ evidenciam a grande capacidade animal de se adaptar às mudanças ambientais, em contraste com a baixa capacidade das espécies vegetais, que estão na base da cadeia alimentar hídrica.

A questão 61/2010 foi escolhida por abordar uma situação-problema apresentada em artigo da revista *Scientific American Brasil*, com contextualização de um vazamento de dutos de óleo que causou um dos maiores acidentes ambientais do Brasil na baía de Guanabara, no ano 2000. Esta é uma questão em que a mídia teceu diversos comentários durante bom tempo e, por consequência, foi amplamente trabalhada em sala de aula pelos professores. Para resolução da situação exposta é preciso que o estudante interprete o contexto e perceba o grande impacto na biodiversidade onde ocorreu esse acidente. A destruição das várias formas de vida evidencia a grande interdependência entre os seres vivos e o ambiente onde vivem e se reproduzem, isso está bem caracterizado no texto em questão. A habilidade exigida na questão é a doze que fala dos impactos ambientais provenientes de atividades sociais, considerando interesses contraditórios. (Aproximação com CTS - natureza da tecnologia e natureza social)

**Questão 64**

Alguns anfíbios e répteis são adaptados à vida subterrânea. Nessa situação, apresentam algumas características corporais como, por exemplo, ausência de patas, corpo anelado que facilita o deslocamento no subsolo e, em alguns casos, ausência de olhos.

Suponha que um biólogo tentasse explicar a origem das adaptações mencionadas no texto utilizando conceitos da teoria evolutiva de Lamarck. Ao adotar esse ponto de vista, ele diria que

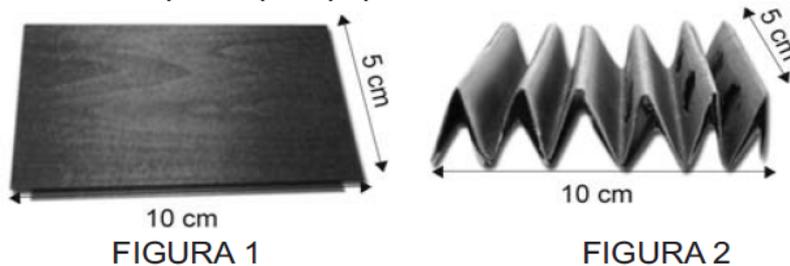
- A as características citadas no texto foram originadas pela seleção natural.
- B a ausência de olhos teria sido causada pela falta de uso dos mesmos, segundo a lei do uso e desuso.
- C o corpo anelado é uma característica fortemente adaptativa, mas seria transmitida apenas à primeira geração de descendentes.
- D as patas teriam sido perdidas pela falta de uso e, em seguida, essa característica foi incorporada ao patrimônio genético e então transmitidas aos descendentes.
- E as características citadas no texto foram adquiridas por meio de mutações e depois, ao longo do tempo, foram selecionadas por serem mais adaptadas ao ambiente em que os organismos se encontram.

A questão 64/2010 foi escolhida por abordar uma situação-problema onde o estudante precisa dos conhecimentos científicos aliados às informações do texto para responder sobre a origem das adaptações de alguns anfíbios e répteis à vida subterrânea. Para respondê-la é necessário utilizar conceitos da teoria evolutiva de Lamarck, que já está bem explicada no texto. A habilidade aplicada na questão é a vinte e oito, que trata de organismos com características adaptativas em determinados ambientes, em especial em ambientes brasileiros. (Distanciamento CTS)

### Questão 66

Para explicar a absorção de nutrientes, bem como a função das microvilosidades das membranas das células que revestem as paredes internas do intestino delgado, um estudante realizou o seguinte experimento:

Colocou 200 ml de água em dois recipientes. No primeiro recipiente, mergulhou, por 5 segundos, um pedaço de papel liso, como na FIGURA 1; no segundo recipiente, fez o mesmo com um pedaço de papel com dobras simulando as microvilosidades, conforme FIGURA 2. Os dados obtidos foram: a quantidade de água absorvida pelo papel liso foi de 8 ml, enquanto pelo papel dobrado foi de 12 ml.



Com base nos dados obtidos, infere-se que a função das microvilosidades intestinais com relação à absorção de nutrientes pelas células das paredes internas do intestino é a de

- A manter o volume de absorção.
- B aumentar a superfície de absorção.
- C diminuir a velocidade de absorção.
- D aumentar o tempo de absorção.
- E manter a seletividade na absorção.

A questão 66/2010 foi selecionada por abordar uma situação-problema que trata da absorção dos nutrientes. O estudante precisará associar o contexto apresentado aos dados obtidos através da figura que ilustra muito bem o aumento de absorção dos nutrientes resultantes da digestão dos alimentos (o papel dobrado simula essa situação). Isso facilitará o alcance do aluno à alternativa correta. A habilidade exigida na questão é a dezessete, que relaciona informações em diversas formas de representação, no caso, a figura. (Distanciamento CTS)

### Questão 69

O uso prolongado de lentes de contato, sobretudo durante a noite, aliado a condições precárias de higiene representam fatores de risco para o aparecimento de uma infecção denominada ceratite microbiana, que causa ulceração inflamatória da córnea. Para interromper o processo da doença, é necessário tratamento antibiótico. De modo geral, os fatores de risco provocam a diminuição da oxigenação corneana e determinam mudanças no seu metabolismo, de um estado aeróbico para anaeróbico. Como decorrência, observa-se a diminuição no número e na velocidade de mitoses do epitélio, o que predispõe ao aparecimento de defeitos epiteliais e à invasão bacteriana.

CRESTA, F. Lente de contato e infecção ocular. *Revista Sinopse de Oftalmologia*. São Paulo: Moreira Jr., v.04, n.04, 2002 (adaptado).

A instalação das bactérias e o avanço do processo infeccioso na córnea estão relacionados a algumas características gerais desses microrganismos, tais como:

- Ⓐ A grande capacidade de adaptação, considerando as constantes mudanças no ambiente em que se reproduzem e o processo aeróbico como a melhor opção desses microrganismos para a obtenção de energia.
- Ⓑ A grande capacidade de sofrer mutações, aumentando a probabilidade do aparecimento de formas resistentes e o processo anaeróbico da fermentação como a principal via de obtenção de energia.
- Ⓒ A diversidade morfológica entre as bactérias, aumentando a variedade de tipos de agentes infecciosos e a nutrição heterotrófica, como forma de esses microrganismos obterem matéria-prima e energia.
- Ⓓ O alto poder de reprodução, aumentando a variabilidade genética dos milhares de indivíduos e a nutrição heterotrófica, como única forma de obtenção de matéria-prima e energia desses microrganismos.
- Ⓔ O alto poder de reprodução, originando milhares de descendentes geneticamente idênticos entre si e a diversidade metabólica, considerando processos aeróbicos e anaeróbicos para a obtenção de energia.

A questão 69/2010 foi selecionada por apresentar uma situação-problema retirada de um artigo da Revista *Sinopse de Oftalmologia*, que trata da questão relativa a lente de contato e infecção ocular, uma situação familiar na sociedade que vivemos. Relata o problema do mau uso da lente de contato e sua higienização, bem como as consequências da utilização inadequada, provocando aparecimento de uma infecção denominada ceratite microbiana, causadora de ulceração inflamatória da córnea, em decorrência disso há uma invasão bacteriana. Essas informações estão contidas no texto, portanto será simples a sua resolução mediante uma boa interpretação do contexto. A habilidade que é aplicada na questão é a dezenove, que conduz à avaliação de processos, no caso, de inflamação ocular, que contribuam para solução de problemas de ordem social. (Distanciamento CTS)

### 3.2.3 Avaliação ENEM 2011

#### QUESTÃO 48

Os personagens da figura estão representando uma situação hipotética de cadeia alimentar.



Disponível em: <http://www.cienciasgaspar.blogspot.com>.

Suponha que, em cena anterior à apresentada, o homem tenha se alimentado de frutas e grãos que conseguiu coletar. Na hipótese de, nas próximas cenas, o tigre ser bem-sucedido e, posteriormente, servir de alimento aos abutres, tigre e abutres ocuparão, respectivamente, os níveis tróficos de

- A** produtor e consumidor primário.
- B** consumidor primário e consumidor secundário.
- C** consumidor secundário e consumidor terciário.
- D** consumidor terciário e produtor.
- E** consumidor secundário e consumidor primário.

A questão 48/2011 foi escolhida por abordar uma situação-problema muito trabalhada em sala de aula, sendo assim, muito familiar para os estudos que tratam de cadeia alimentar. Embora a questão utilize gravura para ilustrar uma cadeia alimentar, aquela seria perfeitamente dispensável para a resolução. Para que o estudante responda corretamente é necessário somente analisar o contexto e interpretar a cadeia alimentar (frutas e grãos – homem-tigre-abutres). Logo, o tigre será o consumidor secundário e os abutres, consumidores terciários. As habilidades inseridas na questão são a quinze e a dezessete, que servem para interpretar modelos que explicam fenômenos biológicos em qualquer nível de organização e também relacionar informações em diferentes tipos de linguagens. (Distanciamento CTS)

**QUESTÃO 49**

A produção de soro antiofídico é feita por meio da extração da peçonha de serpentes que, após tratamento, é introduzida em um cavalo. Em seguida são feitas sangrias para avaliar a concentração de anticorpos produzidos pelo cavalo. Quando essa concentração atinge o valor desejado, é realizada a sangria final para obtenção do soro. As hemácias são devolvidas ao animal, por meio de uma técnica denominada plasmaferese, a fim de reduzir os efeitos colaterais provocados pela sangria.

Disponível em: <http://www.infobibos.com>. Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).

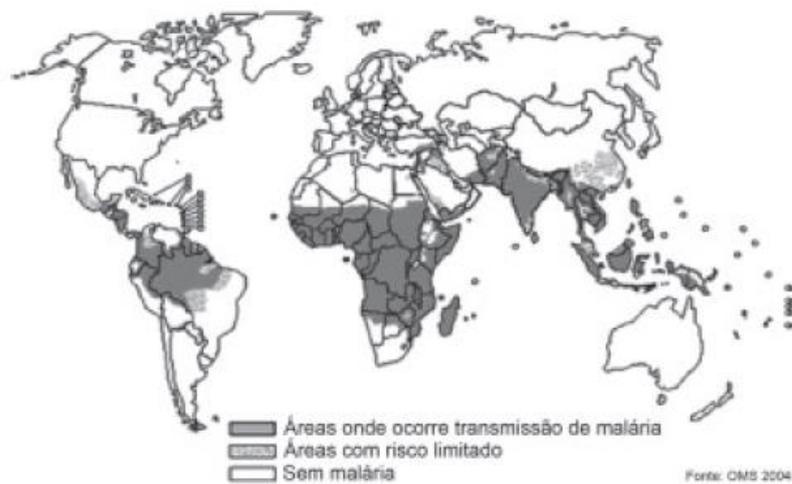
A plasmaferese é importante, pois, se o animal ficar com uma baixa quantidade de hemácias, poderá apresentar

- A** febre alta e constante.
- B** redução de imunidade.
- C** aumento da pressão arterial.
- D** quadro de leucemia profunda.
- E** problemas no transporte de oxigênio.

A questão 49/2011 foi selecionada por apresentar uma situação-problema que aborda a função da célula sanguínea, nesse caso, do cavalo. Requer do estudante para sua resolução uma interpretação da contextualização em concordância com as alternativas. Também é preciso ter conhecimentos científicos sobre a função das hemácias/eritrócitos/glóbulos vermelhos, responsáveis pelo transporte do oxigênio no corpo. A habilidade exigida na questão é a quatorze que permite a identificação de processos vitais dos organismos, neste exemplo, o equilíbrio interno do animal. (Distanciamento CTS)



QUESTÃO 65



Disponível em: [www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br).

O mapa mostra a área de ocorrência da malária no mundo. Considerando-se sua distribuição na América do Sul, a malária pode ser classificada como

- A** endemia, pois se concentra em uma área geográfica restrita desse continente.
- B** peste, já que ocorre nas regiões mais quentes do continente.
- C** epidemia, já que ocorre na maior parte do continente.
- D** surto, pois apresenta ocorrência em áreas pequenas.
- E** pandemia, pois ocorre em todo o continente.

A questão 65/2011 foi selecionada por apresentar uma situação-problema de conhecimento geral dos estudantes e que vem sendo constantemente abordada por matérias jornalísticas. A questão solicita ao aluno os conhecimentos científicos sobre a diferença entre endemia, epidemia e pandemia. Oferece um suporte para sua resolução através do mapa apresentado, sendo assim, basta interpretá-lo. A habilidade abordada nesta questão é a dezessete, que relaciona informações com diferentes contextos, mediante as formas diversificadas de linguagens, neste caso, o mapa. (Distanciamento CTS)

**QUESTÃO 67**

Um instituto de pesquisa norte-americano divulgou recentemente ter criado uma “célula sintética”, uma bactéria chamada de *Mycoplasma mycoides*. Os pesquisadores montaram uma sequência de nucleotídeos, que formam o único cromossomo dessa bactéria, o qual foi introduzido em outra espécie de bactéria, a *Mycoplasma capricolum*. Após a introdução, o cromossomo da *M. capricolum* foi neutralizado e o cromossomo artificial da *M. mycoides* começou a gerenciar a célula, produzindo suas proteínas.

GILBSON *et al.* Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically synthesized Genome. *Science* v. 329, 2010 (adaptado).

A importância dessa inovação tecnológica para a comunidade científica se deve à

- A** possibilidade de sequenciar os genomas de bactérias para serem usados como receptoras de cromossomos artificiais.
- B** capacidade de criação, pela ciência, de novas formas de vida, utilizando substâncias como carboidratos e lipídios.
- C** possibilidade de produção em massa da bactéria *Mycoplasma capricolum* para sua distribuição em ambientes naturais.
- D** possibilidade de programar geneticamente microrganismos ou seres mais complexos para produzir medicamentos, vacinas e combustíveis.
- E** capacidade da bactéria *Mycoplasma capricolum* de expressar suas proteínas na bactéria sintética e estas serem usadas na indústria.

A questão 67/2011 foi escolhida por apresentar uma situação-problema publicada em artigo da Revista *Science*, feita por um Instituto de pesquisa norte-americano, e fala sobre a aviação de uma “célula sintética” (vida artificial e sua importância). Para que o estudante resolva essa questão, ele não precisa de muito conhecimento, apenas é preciso um pouco de raciocínio e bom senso. O assunto abordado é a biotecnologia e suas aplicações nos mais diversos setores da inovação tecnológica. A habilidade que se destina a esta questão é a vinte e nove, utilizada para interpretar técnicas no trabalho com seres vivos, analisando suas implicações para o meio ambiente, a saúde, a produção de alimentos, matérias-primas ou produtos industriais. (Distanciamento CTS)



**QUESTÃO 73**

Os sintomas mais sérios da Gripe A, causada pelo vírus H1N1, foram apresentados por pessoas mais idosas e por gestantes. O motivo aparente é a menor imunidade desses grupos contra o vírus. Para aumentar a imunidade populacional relativa ao vírus da gripe A, o governo brasileiro distribuiu vacinas para os grupos mais suscetíveis.

A vacina contra o H1N1, assim como qualquer outra vacina contra agentes causadores de doenças infecto-contagiosas, aumenta a imunidade das pessoas porque

- A** possui anticorpos contra o agente causador da doença.
- B** possui proteínas que eliminam o agente causador da doença.
- C** estimula a produção de glóbulos vermelhos pela medula óssea.
- D** possui linfócitos B e T que neutralizam o agente causador da doença.
- E** estimula a produção de anticorpos contra o agente causador da doença.

A questão 73/2011 foi selecionada por tratar de uma situação-problema que envolve o cotidiano do ser humano. É uma questão que exige o conhecimento sobre o funcionamento das vacinas que estimulam a produção de anticorpos contra o agente causador da doença. Para que o estudante resolva o problema apresentado basta uma boa interpretação de sua contextualização e chega-se à alternativa viável para a resposta. A habilidade exigida na questão é a 18, que faz uma relação de propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos com o propósito de sanar o problema. É uma questão que envolve um posicionamento crítico por parte do aluno. (Aproximação com CTS - natureza da ciência, natureza da tecnologia e natureza social)



**QUESTÃO 88**

Durante as estações chuvosas, aumentam no Brasil as campanhas de prevenção à dengue, que têm como objetivo a redução da proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor do vírus da dengue.

Que proposta preventiva poderia ser efetivada para diminuir a reprodução desse mosquito?

- A** Colocação de telas nas portas e janelas, pois o mosquito necessita de ambientes cobertos e fechados para a sua reprodução.
- B** Substituição das casas de barro por casas de alvenaria, haja vista que o mosquito se reproduz na parede das casas de barro.
- C** Remoção dos recipientes que possam acumular água, porque as larvas do mosquito se desenvolvem nesse meio.
- D** Higienização adequada de alimentos, visto que as larvas do mosquito se desenvolvem nesse tipo de substrato.
- E** Colocação de filtros de água nas casas, visto que a reprodução do mosquito acontece em águas contaminadas.

A questão 88/2011 foi escolhida por apresentar uma situação-problema que diz respeito à saúde do ser humano e é algo que envolve ações que evitem a doença, no cotidiano do aluno. Para resolver a questão, o estudante só precisa estar informado através dos meios de comunicação e saberá como evitar a reprodução do mosquito *Aedes Aegypti*. A habilidade que se insere na questão é a trinta, que faz uma avaliação de propostas que envolvam tanto o individual como o coletivo, percebendo aquelas que objetivarem a preservação e a implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente. (Distanciamento com CTS)

### 3.2.4 Avaliação ENEM 2012

#### QUESTÃO 47 ---

Não é de hoje que o homem cria, artificialmente, variedades de peixes por meio da hibridação. Esta é uma técnica muito usada pelos cientistas e pelos piscicultores porque os híbridos resultantes, em geral, apresentam maior valor comercial do que a média de ambas as espécies parentais, além de reduzir a sobrepesca no ambiente natural.

*Terra da Gente*, ano 4, n. 47, mar. 2008 (adaptado).

Sem controle, esses animais podem invadir rios e lagos naturais, se reproduzir e

- A** originar uma nova espécie poliploide.
- B** substituir geneticamente a espécie natural.
- C** ocupar o primeiro nível trófico no hábitat aquático.
- D** impedir a interação biológica entre as espécies parentais.
- E** produzir descendentes com o código genético modificado.

A questão 47/2012 foi selecionada por abordar uma situação-problema comentada em um artigo da Revista *Terra da Gente*, onde o homem utiliza técnicas e processos para criar artificialmente variedades de peixes por meio da hibridação. Para que o estudante resolva a questão são necessários os conhecimentos científicos para saber como se dá o processo de hibridação, quais os benefícios e os possíveis prejuízos que poderão acarretar bioinvasões e levar à modificação de habitats das populações nativas. Esta é uma questão que poderá levantar debates, posicionamentos críticos e tomadas de decisões a respeito da criação artificial de peixes para um funcionamento harmonioso do meio ambiente. A habilidade exigida na questão é a vinte e nove, que analisa implicações para o ambiente através do uso de técnicas, neste caso, para criação de novos seres vivos. (Aproximação com CTS - natureza da ciência, natureza da tecnologia e natureza social)

**QUESTÃO 55** 

---

Pesticidas são contaminantes ambientais altamente tóxicos aos seres vivos e, geralmente, com grande persistência ambiental. A busca por novas formas de eliminação dos pesticidas tem aumentado nos últimos anos, uma vez que as técnicas atuais são economicamente dispendiosas e paliativas. A biorremediação de pesticidas utilizando microrganismos tem se mostrado uma técnica muito promissora para essa finalidade, por apresentar vantagens econômicas e ambientais.

Para ser utilizado nesta técnica promissora, um microrganismo deve ser capaz de

- A** transferir o contaminante do solo para a água.
- B** absorver o contaminante sem alterá-la quimicamente.
- C** apresentar alta taxa de mutação ao longo das gerações.
- D** estimular o sistema imunológico do homem contra o contaminante.
- E** metabolizar o contaminante, liberando subprodutos menos tóxicos ou atóxicos.

A questão 55/2012 foi escolhida por apresentar uma situação-problema que afeta diretamente os seres vivos (o uso de pesticidas) e, principalmente, a saúde do ser humano por sua persistência ambiental. Para que o estudante responda esta questão, ele precisará analisar as informações contidas em sua contextualização, seus conhecimentos científicos e em concordância com as alternativas respondê-la, pois, o próprio enunciado está explicando o processo de biorremediação como sendo uma técnica que apresenta vantagens econômicas e ambientais. Como é uma questão que envolve uma tomada de decisão para enfrentar uma situação-problema, o aluno necessitará ter um posicionamento crítico no uso da biotecnologia, para, de modo mais eficaz, amenizar o problema. Esta é uma abordagem que possibilita o estabelecimento de relações entre a vida dos estudantes e o conteúdo de Biologia. A habilidade que se insere na questão é a vinte e nove, que trabalha com técnicas utilizando seres vivos (microrganismos), avaliando seus benefícios tanto para o ambiente quanto para a saúde do homem. (Aproximação com CTS - natureza da ciência, natureza da tecnologia e natureza social)

**QUESTÃO 56** 

---

Medidas de saneamento básico são fundamentais no processo de promoção de saúde e qualidade de vida da população. Muitas vezes, a falta de saneamento está relacionada com o aparecimento de várias doenças. Nesse contexto, um paciente dá entrada em um pronto atendimento relatando que há 30 dias teve contato com águas de enchente. Ainda informa que nesta localidade não há rede de esgoto e drenagem de águas pluviais e que a coleta de lixo é inadequada. Ele apresenta os seguintes sintomas: febre, dor de cabeça e dores musculares.

Disponível em: <http://portal.saude.gov.br>. Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).

Relacionando os sintomas apresentados com as condições sanitárias da localidade, há indicações de que o paciente apresenta um caso de

- A** difteria.
- B** botulismo.
- C** tuberculose.
- D** leptospirose.
- E** meningite meningocócica.

A questão 56/2012 foi selecionada por apresentar situação-problema que trata de um caso que, infelizmente, ainda atinge grande parte da população brasileira por conta de um saneamento básico precário ou até mesmo de sua falta. Saneamento básico é algo fundamental no processo de promoção de saúde e qualidade de vida da sociedade, evitando assim, doenças (leptospirose). O estudante só precisará interpretar as informações da contextualização da questão para tomar a decisão mais acertada e resolver esta situação-problema. Este é um problema que envolve o cotidiano do aluno, são acontecimentos que os alunos vivenciam e que servem para contextualizar os aspectos circunstanciais envolvendo decisões políticas, econômicas e sociais. Servem, ainda, como exemplo para auxiliar no entendimento da Biologia. A habilidade que é trabalhada nesta questão é a trinta, a qual possibilita avaliar propostas de alcance individual ou coletivo, atendendo à preservação e à implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente. (Aproximação com CTS - natureza da ciência, natureza da tecnologia e natureza social)



**QUESTÃO 72** 

---

Muitas espécies de plantas lenhosas são encontradas no cerrado brasileiro. Para a sobrevivência nas condições de longos períodos de seca e queimadas periódicas, próprias desse ecossistema, essas plantas desenvolveram estruturas muito peculiares.

As estruturas adaptativas mais apropriadas para a sobrevivência desse grupo de plantas nas condições ambientais do referido ecossistema são:

- A** Cascas finas e sem sulcos ou fendas.
- B** Caules estreitos e retilíneos.
- C** Folhas estreitas e membranosas.
- D** Gemas apicais com densa pilosidade.
- E** Raízes superficiais, em geral, aéreas.

A questão 72/2012 foi selecionada por apresentar uma situação-problema encontrada no cerrado brasileiro e sua vegetação. Para que o estudante resolva esta questão ele precisará de seus conhecimentos científicos sobre as condições ambientais desse ecossistema. Precisar, também, interpretar as informações dadas no enunciado, referentes às espécies de plantas do cerrado brasileiro que apresentam adaptação à condição de secas e queimadas periódicas. A habilidade que se insere na questão é a vinte e oito, que leva o aluno a associar estruturas adaptativas de organismos com modos de vida em determinados ambientes, em especial no território brasileiro. (Distanciamento CTS)

**QUESTÃO 65** 

Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis.

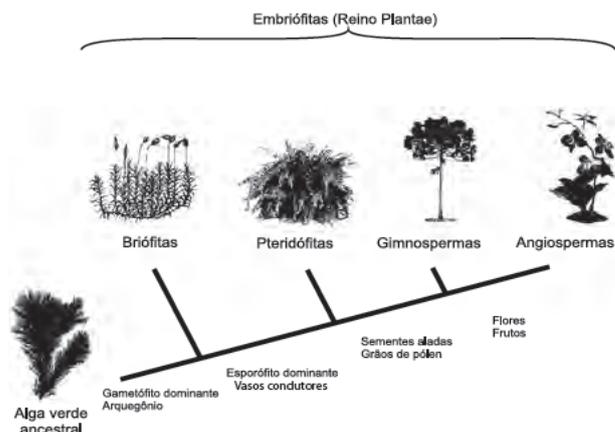
De acordo com as características desse país, a matriz energética de menor impacto e risco ambientais é a baseada na energia

- A** dos biocombustíveis, pois tem menor impacto ambiental e maior disponibilidade.
- B** solar, pelo seu baixo custo e pelas características do país favoráveis à sua implantação.
- C** nuclear, por ter menor risco ambiental e ser adequada a locais com menor extensão territorial.
- D** hidráulica, devido ao relevo, à extensão territorial do país e aos recursos naturais disponíveis.
- E** eólica, pelas características do país e por não gerar gases do efeito estufa nem resíduos de operação.

A questão 65/2012 foi selecionada por abordar uma situação-problema que trata de um assunto bem explorado nas mídias, a utilização de energias alternativas, estudado nas aulas de Biologia no tema de Ecologia. Para que o estudante resolva esta questão ele precisará analisar a contextualização que fornece as características geográficas do país e perceberá qual a matriz energética mais indicada que ofereça menor impacto e risco ambientais. A habilidade mais adequada para a questão é a vinte e três, que trata de geração de energia em ambientes específicos e possíveis riscos para o ambiente. (Aproximação CTS - natureza da tecnologia e natureza social)

### QUESTÃO 81

A imagem representa o processo de evolução das plantas e algumas de suas estruturas. Para o sucesso desse processo, a partir de um ancestral simples, os diferentes grupos vegetais desenvolveram estruturas adaptativas que lhes permitiram sobreviver em diferentes ambientes.



Disponível em: <http://biopibidufsj.blogspot.com>. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

Qual das estruturas adaptativas apresentadas contribuiu para uma maior diversidade genética?

- A** As sementes aladas, que favorecem a dispersão aérea.
- B** Os arquegônios, que protegem o embrião multicelular.
- C** Os grãos de pólen, que garantem a polinização cruzada.
- D** Os frutos, que promovem uma maior eficiência reprodutiva.
- E** Os vasos condutores, que possibilitam o transporte da seiva bruta.

A questão 81/2012 foi selecionada por abordar uma situação-problema que trata de grupos vegetais que estão inseridas no contexto da Botânica, muito estudado nas aulas de Biologia. Para responder a questão, o estudante deverá analisar a imagem e a representação do processo de evolução das plantas e algumas de suas estruturas. Dentre as estruturas adaptativas mencionadas na questão, os grãos de pólen, ao possibilitarem uma polinização cruzada, contribuem para uma maior diversidade genética, isso tudo está muito bem mostrado na análise da imagem e na interpretação de seu contexto. As habilidades envolvidas na questão são a vinte e oito e a dezenove, que falam respectivamente do uso da associação de características adaptativas dos organismos (no caso as plantas) e de como avaliar processos das ciências naturais que servem para contribuir ou solucionar problemas de ordem ambiental. (Distanciamento CTS)

**QUESTÃO 83** 

---

Paleontólogos estudam fósseis e esqueletos de dinossauros para tentar explicar o desaparecimento desses animais. Esses estudos permitem afirmar que esses animais foram extintos há cerca de 65 milhões de anos. Uma teoria aceita atualmente é a de que um asteroide colidiu com a Terra, formando uma densa nuvem de poeira na atmosfera.

De acordo com essa teoria, a extinção ocorreu em função de modificações no planeta que

- A** desestabilizaram o relógio biológico dos animais, causando alterações no código genético.
- B** reduziram a penetração da luz solar até a superfície da Terra, interferindo no fluxo energético das teias tróficas.
- C** causaram uma série de Intoxicações nos animais, provocando a bioacumulação de partículas de poeira nos organismos.
- D** resultaram na sedimentação das partículas de poeira levantada com o impacto do meteoro, provocando o desaparecimento de rios e lagos.
- E** evitaram a precipitação de água até a superfície da Terra, causando uma grande seca que impediu a retroalimentação do ciclo hidrológico.

A questão 83/2012 foi escolhida por tratar de uma situação-problema sobre o tema Evolução, mais especificamente, Eras Geológicas. Pela contextualização apresentada na questão, o estudante encontrará a alternativa correta. Em seu enunciado é exposto o motivo da extinção destes animais, que ocorreu em função de modificações no planeta, através da colisão de um asteroide com a Terra. A força de tal impacto teria sido suficiente para levantar uma nuvem de vapor quente e de fumaça que se espalhou pelo planeta e foi capaz de bloquear a passagem de luz solar, dificultando a realização da fotossíntese e causando, por consequência, a morte da vegetação. Em função disso, os animais, que dependiam das plantas direta ou indiretamente para se alimentar, acabaram morrendo em seguida. Esse é um assunto que vem sendo muito pesquisado e, portanto, bem acessível aos alunos para relacionar as informações, enfrentar e solucionar essa situação-problema. A habilidade inserida na questão é a três, que permite fazer um confronto entre interpretações científicas com interpretações do senso comum, ao longo dos anos ou em diferentes culturas. (Distanciamento CTS)

## QUESTÃO 86



DAVIS, J. Garfield está de dieta. Porto Alegre: L&PM, 2006.

A condição física apresentada pelo personagem da tirinha é um fator de risco que pode desencadear doenças como

- A anemia.
- B beribéri.
- C diabetes.
- D escorbuto.
- E fenilcetonúria.

A questão 86/2012 foi selecionada por abordar uma situação-problema que vem sendo muito debatida nos dias de hoje, o condicionamento físico. O estudante, para solucioná-la, basta interpretar a condição física mostrada na tirinha e ligá-la a seus conhecimentos científicos, para chegar à única opção de doença que poderá afetar o personagem aqui representado. Esta é uma questão que afeta grande parte da sociedade, o acúmulo de gordura no organismo, fato que desperta muitas reflexões, como: a alimentação adequada, a prática de atividade física e as várias tomadas de decisões e reflexões para uma melhor vida saudável. A habilidade aplicada na questão é a dezessete, que possibilita que se faça a relação entre as diversas formas de linguagem e representação (no caso, a tirinha) para resolver situações concretas. (Distanciamento CTS)

**QUESTÃO 88** 

---

O menor tamanduá do mundo é solitário e tem hábitos noturnos, passa o dia repousando, geralmente em um emaranhado de cipós, com o corpo curvado de tal maneira que forma uma bola. Quando em atividade, se locomove vagarosamente e emite som semelhante a um assobio. A cada gestação, gera um único filhote. A cria é deixada em uma árvore à noite e é amamentada pela mãe até que tenha idade para procurar alimento. As fêmeas adultas têm territórios grandes e o território de um macho inclui o de várias fêmeas, o que significa que ele tem sempre diversas pretendentes à disposição para namorar!

*Ciência Hoje das Crianças*, ano 19, n. 174, nov. 2006 (adaptado).

Essa descrição sobre o tamanduá diz respeito ao seu

- A** hábitat.
- B** biótopo.
- C** nível trófico.
- D** nicho ecológico.
- E** potencial biótico.

A questão 88/2012 foi escolhida por apresentar uma situação-problema que é relatada em um artigo da Revista *Ciência Hoje das Crianças* sobre Ecologia. Para que o aluno faça esta questão ele precisará interpretar as informações contidas no texto, as quais mencionam o papel funcional que o animal (tamanduá) possui na comunidade, mostrando seus hábitos, seu comportamento, suas necessidades, e perceber que tais descrições definem o que é nicho ecológico. Trata-se de uma questão de interpretação e de conhecimento científico adquirido nas aulas de Biologia, especialmente aquele conhecimento sobre o conjunto de relações e atividades próprias de uma espécie revelando seu estilo de vida único e particular com que explora o ambiente. A habilidade que se insere na questão é a vinte e oito, que permite a associação de características adaptativas dos seres vivos com seu modo de vida no seu habitat. (Distanciamento CTS)

### 3.3 Análise geral das questões

O Quadro 8 apresenta a distribuição das questões de acordo com as categorias estabelecidas e sua aproximação ou distanciamento à perspectiva CTS (Unidade de Registro), no período de 2009 a 2012. No período analisado, no que se refere às questões que envolvem a área de Biologia, percebe-se que houve uma preocupação em acordar da melhor forma possível a avaliação do ENEM, pois houve um aumento das questões da (Unidade de Registro 1), o que revela questões formuladas com base em contextos diversos, permitindo uma reflexão mais ampla das situações-problema e permitindo a possibilidade de uma escolha mais correta para superação de desafios. Percebe-se também uma diminuição das questões e suas relações entre Ciência Tecnologia e Sociedade da (Unidade de Registro 2), embora fossem encontradas algumas envolvendo o enfoque CTS nesse mesmo período analisado.

**Quadro 8.** Classificação das questões nas Unidades de Registro e a análise em relação à educação CTS.

UNIDADE DE REGISTRO	2009	2010	2011	2012
Caracterização da Contextualização	6			
	9	49		
	11	50		
	16	54		
	22	55	48	55
	23	56	49	56
	28	59	65	65
	33	61	67	81
	34	66	73	83
	40	69	78	86
Relações entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade admitidas	6, 13, 23, 34,	54, 55	73, 78	47, 55, 56, 86

A partir de 2009, o ENEM apresenta na maioria de suas questões, a contextualização, pois em seu conteúdo abordam uma situação social, buscando interligar o significado do conhecimento científico com o conhecimento de mundo. Nesse sentido, Núñez e Silva (2008) afirmam que o conhecimento se constrói em

contextos específicos e se produz em relação a metas significativas para os sujeitos. Conforme esses autores, podemos identificar diversos contextos, tais como: o cotidiano, o contexto da ciência, o contexto escolar, etc.

É relevante destacar, sobre a “caracterização da contextualização”, pontos referentes a sua finalidade na análise das questões, ou seja, se ela serviu meramente para ilustrar os conhecimentos científicos ou se indicou um caminho para que o estudante pudesse tomar a decisão acertada e resolver a situação-problema proposta. Também, em algumas situações, faz a integração entre os conceitos científicos e os aspectos sociais, para que o aluno pense na importância de compreender e interceder de forma crítica no meio em que vive. Assim sendo, percebe-se que a contextualização funciona como estratégia de ligação à perspectiva CTS, que traz como uma de suas características a formação crítica dos cidadãos (SANTOS, 2001), levando em conta que o aluno, nas aulas de Biologia, deva construir ou reconstruir estratégias para analisar, debater e transformar o mundo em que está inserido.

Também é importante destacar que a partir de 2009 o ENEM dará a oportunidade para a certificação do Ensino Médio. A Fundamentação Teórica Metodológica do ENEM permite que ele se baseie em alguns pontos-chaves tais como competências/habilidades, focar a cidadania, contextualização, interdisciplinaridade e utilização de situações-problema. No que se refere à contextualização, Lopes (2002) diz que é relevante, por se tratar de uma possibilidade de reposicionar o aluno da condição de um ser passivo a um espectador atuante. Nesse sentido, a contextualização permite “que o aluno aprenda a mobilizar competências para solucionar problemas em contextos apropriados, de maneira a ser capaz de transferir essa capacidade de resolução de problemas para os contextos do mundo social e, especialmente, do mundo produtivo” (LOPES, 2002, p. 392) Sendo assim, a contextualização visa uma participação maior na interpretação do contexto para a solução da situação-problema apresentada no Exame.

### 3.3.1 Avaliação ENEM 2009

#### RESUMO

A análise mostrou que a contextualização das questões incidiu em vários temas das áreas de Ecologia, Genética e Fisiologia, com a finalidade de divulgar o conhecimento científico ou apreender parte do cotidiano dos estudantes, contribuindo, assim, para a solução das situações-problema apresentadas. Observou-se a repetição da habilidade dezenove por cinco vezes e a competência cinco também, mesmo assim não em sua total completude. Verificou-se, ainda, a ausência da competência dois que serve para identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diversos contextos.

Das habilidades identificadas como próximas ao conhecimento de biologia, não foram avaliadas as habilidades cinco, seis e sete que estão ligadas à competência dois. De modo geral, as questões se aproximam dos parâmetros encontrados nos documentos oficiais do MEC.

Com relação à aproximação/distanciamento CTS, encontramos quatro questões que se aproximam da abordagem e oito que se distanciam, no que se refere às concepções esperadas sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade em uma abordagem CTS.

Conforme sugere o **Quadro 5**, dividiremos as questões de acordo com os aspectos da perspectiva CTS:

1- Natureza da ciência – Questão 34 (trabalho do cientista num contexto sociocultural);

2- Natureza da Tecnologia – Questões 6, 13 e 23 (aplicação de conhecimentos científicos).

3- Natureza da Sociedade – Questões 6, 13, 23 e 34 (cultura científico-tecnológica)

4- As inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade – Questão 23 (construção de conhecimentos que promovem modificações nas formas de vida da sociedade, como também podem ser influenciadas por esta sociedade através de políticas públicas).

As demais questões analisadas (9, 11, 16, 22 e 33) somente explicitam o conhecimento científico.

**Quadro 9.** Quadro resumo dos resultados alcançados referentes às questões da área de conhecimento de Biologia, por Habilidade e Competências do ENEM de 2009.

Número da questão analisada	4	6	9	11	13	16	22	23	28	33	34	40
Habilidade	H15	H19	H28	H19	H4; H12	H15	H15	H10	H4	H17	H19	H19
Competências	CIV	CV	CVIII	CV	CI; CIII	CIV	CIV	CIII	CI	CV	CV	CV
Aproximação (A)/Distanciamento(D) CTS	D	A	D	D	A	D	D	A	D	D	A	D

### 3.3.2 Avaliação ENEM 2010

#### Resumo

Em 2010, o ENEM passou a substituir os vestibulares para ingresso nas universidades federais de todo o país, tendo como objetivo tornar o acesso ao Ensino Superior mais prático. No relatório pedagógico do ENEM percebe-se também a função do exame como um instrumento de auto avaliação do estudante ao final do ensino médio.

O ENEM é um dos instrumentos a serviço de uma educação básica que confere efetiva autonomia aos jovens brasileiros, concebido e aperfeiçoado de forma a contemplar todas as dimensões práticas, críticas e éticas da formação escolar, sinalizadas pela LDB incorporar o caráter dinâmico do conhecimento e de sua aplicação na vida pessoal e social; permitir ao estudante uma avaliação comparativa de seu preparo geral para a vida em sociedade, garantindo seu direito de divulgar ou não seu resultado individual; considerar, respeitar e valorizar a unidade e a diversidade cultural no Brasil (BRASIL, 2008, p.41)

Em relação às questões de Biologia da edição do Enem 2010 foram abordados temas da atualidade e, em sua abrangência contextualizada, porém, o foco principal envolveu o meio ambiente e ecologia geral, fatores integrantes para a resolução da situação-problema apresentada. Observou-se, assim, que não houve um equilíbrio na distribuição dos conteúdos propostos no exame na área biologia. Houve repetição das habilidades doze, dezenove e vinte e nove por duas vezes,

correspondentes às competências três, cinco e oito respectivamente, porém de forma parcial. E as questões restantes utilizaram as habilidades dez, dezessete, vinte e oito e trinta. Algumas questões exigiam memorização de conteúdo, mas a maior parte, raciocínio ou interpretação. Algumas exigiam interpretação e raciocínio (49 e 55), outras, memorização e raciocínio, como a 62. A questão 69, por exemplo, poderia ser resolvida se o aluno se lembrasse das substâncias, ou seja, do conhecimento prévio, ou raciocinando e comparando o gás oxigênio com as outras substâncias. Em geral, as questões se aproximam dos parâmetros encontrados nos documentos oficiais do MEC.

Com relação à aproximação/distanciamento CTS, encontramos quatro questões que se aproximam da abordagem e seis que se distanciam. No que se refere às concepções esperadas sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade em uma abordagem CTS, conforme o **Quadro 5** desta pesquisa, dividiremos as questões de acordo com os aspectos da perspectiva CTS:

- 1- Natureza da ciência – não foram encontradas nenhuma questão;
- 2- Natureza da Tecnologia – Questões 56,59,61 (aplicação de conhecimentos científicos);
- 3- Natureza da Sociedade – Questões 56,59,61 (cultura científico-tecnológica)
- 4- As inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade – Questão 54 (construção de conhecimentos que promovem modificações nas formas de vida da sociedade, como também podem ser influenciadas por esta sociedade através de políticas públicas). As questões 49,50,55,64,66 analisadas somente explicitam o conhecimento científico.

**Quadro 10.** Quadro resumo dos resultados alcançados referentes às questões da área de conhecimento de Biologia, por Habilidade e Competências do ENEM de 2010.

Número da questão analisada	49	50	54	55	56	59	61	64	66	69
Habilidades	H29	H29	H10	H30	H19	H12	H12	H28	H17	H19
Competências por área	CVIII	CVIII	CIII	CVIII	CV	CIII	CIII	CVIII	CV	CV
Aproximação (A)/Distanciamento(D) CTS	D	D	A	D	A	A	A	D	D	D

### 3.3.3 Avaliação ENEM 2011

#### Resumo

A edição do ENEM 2011 novamente abordou o tema ambiental na maioria de suas questões. Isso já vem sendo uma característica do exame, até porque o assunto passa pelas disciplinas de Biologia, Geografia e Química. Algumas questões o estudante não poderia responder sem saber o conteúdo, foi verificado também a sobreposição de assuntos como a função das células sanguíneas, na questão 49. Outras exigiam interpretação de texto e, principalmente, das alternativas, como a questão 67. Havia ainda as que necessitavam de raciocínio, além da interpretação de texto, como a 51. A prova, em geral, apresentou nível médio de dificuldade, com pouquíssimas questões difíceis e algumas fáceis. Também houve equilíbrio de raciocínio e interpretação, com algumas resoluções baseadas somente em conhecimento prévio. Observou-se nas questões analisadas a repetição da habilidade dezessete por três vezes, a vinte e nove por duas correspondentes às competências cinco e oito, respectivamente, e as demais habilidades foram verificadas uma vez (quatro, quatorze, quinze, dezoito vinte e três e trinta).

A maioria das questões se aproximam dos parâmetros encontrados nos documentos oficiais do MEC.

Com relação à aproximação/distanciamento CTS encontramos somente uma questão que se aproxima da abordagem e as demais se distanciam. No que se refere às concepções esperadas sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade em uma abordagem CTS, conforme o **Quadro 5** desta pesquisa, dividiremos as questões de acordo com os aspectos da perspectiva CTS:

- 1- Natureza da ciência – não foram encontradas nenhuma questão;
- 2- Natureza da Tecnologia – não foram encontradas nenhuma questão;
- 3- Natureza da Sociedade – não foram encontradas nenhuma questão;
- 4- As inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade – Questão 73 (construção de conhecimentos que promovem modificações nas formas de vida da sociedade, como também podem ser influenciadas por esta sociedade através de políticas públicas).

Todas as demais questões analisadas somente explicitam o conhecimento científico.

**Quadro 11.** Quadro resumo dos resultados alcançados referentes às questões da área de conhecimento de Biologia, por Habilidade e Competências do ENEM de 2011.

Questões analisadas	48	49	51	65	67	72	73	78	88
Habilidades	H15; H17	H14	H4	H17	H29	H29	H18	H23	H30
Competências por área	CIV; CV	CIV	CI	CV	CVIII	CVIII	CV	CVI	CVIII
Aproximação (A)/Distanciamento(D) CTS	D	D	D	D	D	D	A	D	D

### 3.3.4 Avaliação ENEM 2012

#### Resumo

A prova do ENEM 2012 utilizou temas relacionados com o meio-ambiente. Das questões analisadas, cinco referiam-se ao tema de ecologia e as demais dividiam-se em uma para cada tema (evolução, citologia, botânica, genética e fisiologia animal e humana). Dessa forma, observou-se um certo desequilíbrio na abordagem do conteúdo do ensino médio. Ainda constatamos a exploração das questões de várias maneiras como através de citações de sites governamentais (*portal.saúde.gov.br*) e questões retiradas de artigos de revistas, como por exemplo, a revista *Terra da Gente*. Percebemos que a contextualização utilizada nas questões permitiu aos estudantes uma maior facilidade para resolver a situação-problema apresentada. De modo em geral, as questões se aproximam dos parâmetros encontrados nos documentos oficiais do MEC.

Com relação à aproximação/distanciamento CTS, encontramos quatro questões que se aproximam da abordagem e seis que se distanciam. No que se refere às concepções esperadas sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade em uma abordagem CTS, conforme o **Quadro 5** desta pesquisa, dividiremos as questões de acordo com os aspectos da perspectiva CTS:

- 1- Natureza da ciência – não foram encontradas nenhuma questão;

2- Natureza da Tecnologia – Questão 65 (aplicação de conhecimentos científicos)

3- Natureza da Sociedade – Questão 65 (cultura científico-tecnológica);

4- As inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade – Questões 47, 55 e 56 (construção de conhecimentos que promovem modificações nas formas de vida da sociedade, como também podem ser influenciadas por esta sociedade através de políticas públicas).

As questões 72, 81, 86 e 88 somente explicitam o conhecimento científico.

**Quadro 12.** Quadro resumo dos resultados alcançados referentes às questões da área de conhecimento de Biologia, por Habilidade e Competências do ENEM/2012.

Questões analisadas	47	55	56	65	69	72	81	83	86	88
Habilidades	H29	H29	H30	H23	H29	H28	H19; H28	H3	H17	H28
Competências por área	CVIII	CVIII	CVIII	CVI	CVIII	CVIII	CV; CVIII	CI	CV	CVIII
Aproximação (A)/Distanciamento(D) CTS	A	A	A	A	D	D	D	D	A	D

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do exposto, percebemos que a análise das questões de Biologia nas provas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM, no período de 2009 a 2012, pôde nos elucidar sobre a adequação ou não em se considerar a proposta CTS para articular as diferentes dimensões em Ciência, Tecnologia e Sociedade. Observamos que aspectos da proposta CTS não foram elencados mais profundamente por não nos ter sido possível identificar nas várias questões relacionadas, determinadas características do movimento CTS. Estamos nos referindo àquelas que dizem respeito à tomada de decisão arrolada em embates sobre desenvolvimento científico e tecnológico e à formação (método de avaliação) de valores e atitudes relacionados a posições éticas deste movimento. De maneira geral, as questões se aproximam de uma abordagem CTS com algumas exceções.

O detalhe não está, portanto, em não se propagar ou demonstrar uma perspectiva CTS nas questões, pois o ENEM não espera e nem pretende trabalhar a relação CTS, mas percebe-se que há uma aproximação e, a educação CTS pode colaborar para um entendimento melhor da contextualização e, por conseguinte, uma avaliação mais detalhada.

Com relação à situação-problema verificamos que, na maioria das questões analisadas, foi abordada uma perspectiva de ilustração dos conteúdos científicos. E, ainda nas análises, trabalhamos a contextualização com objetivo de resolver a situação-problema exposta. Levando em conta que a avaliação no ENEM tem como objetivo a reestruturação curricular do ensino, esperamos que esta sirva como uma possibilidade de qualificar a educação básica e não seja meramente mais uma política quantitativa de avaliação. Para tanto, é importante assegurar essa reestruturação curricular com estratégias objetivas em concordância com os objetivos propostos na reforma, significando, portanto, infraestrutura nas escolas (maiores investimentos, espaço físico, bibliotecas, laboratórios, etc.), bem como na formação do corpo docente em toda a sua trajetória.

No início da pesquisa, procuramos identificar nos Documentos Oficiais para o Ensino Médio, dentre eles, LDB 9394/96, PCNEM, OCNEM e a reestruturação do Ensino Médio, uma possível relação com a abordagem das inter-relações CTS.

Verificamos que os documentos oficiais pontuam o ensino como uma práxis contextualizada e problematizada, bem como a perspectiva curricular nova mediada por temas estruturadores. Em consonância ao entendimento dos conceitos científicos, sinalizamos elementos pertinentes à abordagem das relações CTS. Entretanto, ainda estão presentes alguns parênteses e entendimentos diferenciados. Os conceitos nos documentos oficiais de contextualização, problematização e temas estruturadores, por exemplo, dão entendimento a interpretações equivocadas, o que poderá remeter a uma prática superficial do ensino.

No entanto, essa nova perspectiva curricular é muito importante para o professor, pois o mesmo não mais olha o ensino como algo pronto para ser executado. Problemáticas como a dengue, saneamento básico, por exemplo, invadem as escolas. Nessa medida, repensar o currículo e reestruturá-lo por meio de temas constitui um estudo da realidade do aluno e propicia a articulação entre o mundo dentro e fora da escola, capaz de incentivar uma nova concepção crítica da vida na promoção das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade.

Acreditamos que a conexão entre educação, tecnologia e sociedade diz respeito a todos e induz a uma ponderação sobre as demandas sociais provocadas pela ciência e pela tecnologia, na inter-relação entre o contexto social e a produção de ciência. Ganha a educação, a ciência, alunos e professores que avançam no conhecimento da realidade. É relevante destacar que os documentos e propostas oficiais que norteiam a educação no Brasil apresentaram-se em sintonia com os princípios da educação CTS adotados como referencial nessa dissertação.

**Referências:**

ABREU, R. G. GOMES, M. LOPES, A.C. Contextualização e tecnologias em livros didáticos de biologia e química. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n.3, 2006.

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO MAS, M. A.; Papel de la Educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vigo**, v. 2, n. 2, p. 80-111, 2003.

AIKENHEAD, G. S. **Educacion Ciencia-Tecnologia-Sociedad (CTS):** una buena Idea como quiera que se llame. *Educación Química*, V.16, n. 2, abr. 2003. Editado por Roger Cross e impresso pela editora RoutledgeFalmer em 2003.

ALVAREZ MÉNDEZ, J. M. **Avaliar para conhecer, examinar para excluir.** Porto Alegre: Artmed, 2002.

AMARAL, I. A. do. Educação Ambiental e o ensino de Ciências: uma historia de controvérsias. **Pro-Posições**, v.12, n. 1(34), p.73-93, mar. 2001.

ANGOTTI; AUTH, M. A. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 15-27, 2001.

APPLE, M. **Educação e Poder.** Porto Alegre: Artmed, 1982.

AULER, D. Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): modalidades, problemas e perspectivas em sua Implementação no ensino de física. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 6, **Resumos...**, Florianópolis, 1998. p. 15-20.

\_\_\_\_\_. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 105-115, 2001.

\_\_\_\_\_. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências.** Tese. Florianópolis: CED/UFSC, 2002.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1. p. 1-13, 2001.

AULER, D.; DELIZOICOV. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.5, n.2, p.337-355, 2006.

BAUER, M.W.; GASKELL, G. (editores). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 6. ed. Petrópolis: Ed. Vozes, 2005.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: UFSC, 1998.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2002.

BRANDÃO, Zaia. **Pesquisa em Educação: Conversas com Pós-graduandos**. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio; São Paulo: Ed.Loyola, 2002.

BRASIL. **ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio**. Documento Básico. Brasília, INEP, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Câmara de Educação Básica. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CEB n. 15/98. **Diretrizes curriculares para o Ensino Médio**. Brasília, 1998a.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): Fundamentação Teórico-Metodológica**. Brasília: MEC/INEP, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. – Brasília: Ministério da Educação, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares para o Ensino Médio**. Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. **PCN+ ensino médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002a.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP). Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): Fundamentação Teórico-Metodológica, Brasília, 2009

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Exame Nacional do Ensino Médio**. Disponível em: <<http://www.ENEM.inep.gov.br/>>. Acesso em dez. 2011.

BRASIL. Portaria nº 301, de 30 de janeiro de 2006 Dispõe sobre a comissão nacional de acompanhamento e controle social do Programa Universidade para Todos -ProUni. Ministério da Educação. Brasília: 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Relatório Pedagógico do ENEM**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

BRASIL. **Textos teóricos e metodológicos**. Exame Nacional do Ensino Médio, 2009. Brasília: MEC/ INEP. 2009.

BRASIL. **Revista ProUni**: Educação e Inclusão: 4 anos de história (2008). Ministério da Educação. Brasília: 2008.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CAAMAÑO, A. Contextualizar La Ciência. Una necesidad em El nuevo currículo de ciencias. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Barcelona, n. 14, p.5-8,2005.

CARDOSO, Fernando Henrique. (1998). "Notas sobre a reforma do Estado". *Novos Estudos/CEBRAP*, 50

CHARNAY, R. Aprender por medio de La resolución de problemas. In: PARRA, C. D; SAIZ, I. **Didáctica de Matemática**: Aportes y Reflexiones. Barcelona: Paídos, 1994.

CHASSOT, A. O legado de Descartes: bem mais que as coordenadas cartesianas. **Educação**, UNISINOS, v. 11, n. 2, p.53-57, 2007.

COSTA, C. F. *O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): uma perspectiva de professores de matemática da rede pública de Ensino Médio regular da cidade do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, 2000. 188 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós Graduação em Educação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

CUTCLIFFE, Stephan. **Ideas, máquinas y valores**: los estudios de ciencia, tecnología y sociedad. México, D.F.: Anthropos Editorial, 2003

DELIZOICOV, D. Ensino de física e a concepção freiriana de educação. **Revista de Ensino de Física**, v.5, n.2, p. 85-98, 1983.

\_\_\_\_\_. **Metodologia do Ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2000.

ESTEBAN, Maria Teresa (org.). **Escola Currículo e avaliação**. São Paulo: Cortez Editora, 1993.

\_\_\_\_\_. **Avaliação**: Uma prática em busca de novos sentidos. 4<sup>o</sup>. Ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2003. (Coleção sentido da escola).

\_\_\_\_\_. **O que sabe quem erra?** reflexões sobre avaliação e fracasso escolar. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

ESTEBAN, M. T.; SILVA, J. F.; HOFFMANN, J. (Org.). **Práticas avaliativas e aprendizagens significativas em diferentes áreas do currículo**. 2. ed. Porto Alegre: Mediação, 2004.

ESTEBAN, M.T. (Org.). **Escola, currículo e avaliação**. São Paulo: Cortez, 2003.

\_\_\_\_\_. **Avaliação**: uma prática em busca de novos sentidos. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 2. ed. Brasília: Livro Livros, 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1987.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da Esperança: Um reencontro com a Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Ed. Paz e Terra, 1992.

GADOTTI, M. **Educação e poder: introdução a pedagogia do conflito**. São Paulo: Cortez, 1984.

GARCÍA, M. I. G.; CERESO, J. A.L.; LUJÁN, J. L. **Ciência, tecnologia y sociedad**. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos, 1996

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma Imagem não Deformada no Ensino de Ciências. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

\_\_\_\_\_; VILCHES, A. La contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. **Cultura y Educación**, Salamanca, v. 16, n. 3, p. 259-272, 2004.

HADJI, Charles. **Avaliação desmistificada**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

HOFFMANN, Jussara Maria Lerch. **Avaliação Mediadora**. Uma Prática em construção da Pré-escola à Universidade. Porto Alegre: Educação e Realidade, 1993.

\_\_\_\_\_. **Avaliar para promover: as setas do caminho**. Porto Alegre: Mediação, 2002.

\_\_\_\_\_, J. **Avaliação – Mito & desafio: uma perspectiva construtivista**. Porto Alegre: Mediação, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS: **ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio): Documento Básico**. Brasília: MEC/Inep, 1998.

KRAMER, S. (Org.). **Com a pré-escola nas mãos**. Uma alternativa curricular para a educação infantil. 6. ed. São Paulo: Ática, 1993.

\_\_\_\_\_. **A Política do pré-escolar no Brasil: A arte do disfarce**. 7ª edição. São Paulo: Cortez, 2003.

KÖCHE, J. C. **de metodologia científica**: teoria da ciência e prática da pesquisa. Petrópolis: Vozes, 2006.

KUHN, Thomas S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Ed. Perspectivas, 1990.

LEMME, Paschoal. **Memórias**. São Paulo: Cortez, 1998. v. 3.

LIMA, K.R.R. **A reforma do Estado e da Educação no governo Fernando Henrique Cardoso**: o ENEM como mecanismo de consolidação da reforma. 2005. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós Graduação em Educação da Universidade de São Carlos, 2005.

LINSINGEN, I. Von. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Forgrad em Revista**, n. 3, p. 36-47, 2008.

LOPES, J.B. **Resolução de problemas em física e química**. Modelo para estratégias de ensino/aprendizagem. Lisboa: Texto Editora, 1994.

LOPES, A. C. Os parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. *Educação e Sociedade*, v.23, n.80, p. 386-400. 2002.

LUCKESI, Cipriano C. **Avaliação da aprendizagem escolar**. 13<sup>o</sup> ed. São Paulo: Cortez, 2002.

LÜCKEMEYER, A. C. A. B., CASAGRANDE JR, E. F. Uma introdução aos estudos CTS na América Latina com enfoque em Tecnologia, Ambiente, Energia e Sociedade de risco. 2010.

MARTINS, I. P. Educação em Ciência, Cultura e Desenvolvimento. Em M. F. Paixão (coord.) Educação em Ciência, Cultura e Cidadania – Encontros em Castelo Branco. Coimbra, Castelo Branco: Alma Azul, 2006.

\_\_\_\_\_. Educação e Educação em Ciência. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2002.

\_\_\_\_\_. Intercompreensão na educação formal e não – formal em ciências – o desafio atual. *Revista de Didáctica das Línguas*. Santarém, 2000.

MARTINS, Isabel P.; PAIXÃO, Maria de Fátima. Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. In: SANTOS, Wilson Luiz Pereira dos; AULER, Décio. CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora UNB, 2011, cap.5, p.135-160.

MACEDO, L. A situação-problema como avaliação e como aprendizagem. In: BRASIL. **Exame Nacional do Ensino médio (ENEM), Fundamentação Teórico-Metodológico**. Brasília: MEC/SEF, 2009.

MINAYO, M.C. de S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 22. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2003.

\_\_\_\_\_, M.C.de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. Rio de Janeiro: Abrasco, 2007.

MINAYO, M. C. S. (Org.) Pesquisa social: teoria, método e criatividade. 20.ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

MINAYO, M. C. DE S. et al. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 1994.

MITCHAM, C. “Em busca de una nueva relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad”. In: Medina, M.; Sanmartin, J. (Orgs.). **Ciencia, Tecnología y Sociedad: Estudios interdisciplinarios en La Universidad, La Educación y en la Gestión Pública**. Barcelona: Anthropos, 1990.

NEVES, Lucia Maria Wanderley. Educação; um caminhar para o mesmo lugar. In: LEBAUSPIN, Ivo (Org.). **O desmonte da nação: balanço do governo FHC**. Petrópolis: Vozes, 1999.

NÚÑES, Beltrán Isauro; RAMALHO, Leite Betânia. (Org.). **Aprendendo com o ENEM: reflexões para melhor se pensar o ensino e aprendizagem das ciências naturais e da matemática**. Brasília: Líber Livro Editora, 2011.

NÚÑEZ, I. B. et. al. O uso de situações problemas no ensino de ciências. In: NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio**. Porto Alegre: Sulina, 2004, p. 145-171.

OÑORBE, A. Resolución de problemas. In: ALEXANDRE, M. P. J. (Coord.). **Enseñar Ciencias**. Barcelona: Ed. Grao, 2003, p. 73-94.

OSORIO, C. O. M. La educación científica y tecnológica desde el enfoque en ciencia, Tecnología y Sociedad: aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. **Revista Ibero-Americana de Educação, Madrid**, n. 28, p. 61-81, 2002.

PERRENOUD, Philippe. **Avaliação da excelência à regulação da aprendizagem: entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PINHEIRO, N. A. M.; BAZZO, W. A. Uma experiência matemática sob o enfoque CTS: subsídios para discussões. **Revista Perspectiva**, Erechim, v. 28, p.33–49, 2004.

PINHEIRO, N.A.M.; BAZZO, W.A. **Educação crítico–reflexiva para um Ensino Médio científico tecnológico**: a contribuição do enfoque CTS para o ensino–aprendizagem do conhecimento matemático. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

POZO, J. I. **Teorias Cognitivas da Aprendizagem**. 2. ed. Porto Alegre: ART-MED, 2002.

POZO, J. I.; GÓMEZ, M. A. **A aprendizagem e o ensino de Ciências**. Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2009.

PRAIA, J., GIL PÈREZ, D., VILCHES, A. **Década da educação para o desenvolvimento sustentável** Organização das Nações Unidas. 2005.

Revista NOVA ESCOLA Edição 240, MARÇO 2011. Título original: Uma nova chance para velhas necessidades.

SANTOS, Boaventura de Sousa. Por uma concepção multicultural de direitos humanos. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 48, p. 11-32, 1997.

SANTOS, MORTIMER. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência–Tecnologia–Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, v.2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica na perspectiva de Letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v.12, n.36, p. 474-492, 2007b.

\_\_\_\_\_. Educação científica humanista em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria**, v.1, n.1, p. 109-131, 2008.

\_\_\_\_\_. **Educação científica humanista em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS.** Alexandria, v.1, n.1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania.** Ijuí: Unijuí, 1997

\_\_\_\_\_. A formação do cidadão e o ensino de CTS-Ciência, Tecnologia e Sociedade. Ijuí: Unijuí, 2003.

SKATKIN, M. N. **Perfeccionamiento del proceso de enseñanza.** La Habana: Editorial PUEBLO Y educación, 1982.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-social e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

UNESCO. **Relatório da Reunião Educação para o século XXI.** Paris: UNESCO, 1994.

\_\_\_\_\_. **A ciência para o século XXI: uma nova visão e base de ação.** Brasília, 2003.

VEIGA NETO, Alfredo José. A teoria da ciência de Kuhn e a sociologia de Bourdieu: as diferenças in: **Educação e realidade**, Porto Alegre, jul/dez. 1993.

\_\_\_\_\_. A ciência em Kuhn e a sociologia de Bourdieu: implicações para análise da educação científica in: **Educação e Realidade**, Porto Alegre, jan/jun. 1992

VILCHES, A.; GIL PÉREZ, D.; PRAIA, D. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: UNB, 2011.

ZATZ, M. Clonagem e células-tronco. **Ciência e Cultura**, jun., v. 56. n. 3. p. 23-27,2004

ZUIN, V.G. et al. Análise da perspectiva ciência, tecnologia e sociedade em materiais didáticos. **Ciências & Cognição**, v. 13, p. 56-64, 2008.