

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FORMAÇÃO CIENTÍFICA
EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA**

JOÃO PAULO STADLER

**MANUAL DIDÁTICO:
O EMPREGO DE ASPECTOS SOCIOCIENTÍFICOS
NO ENSINO DE QUÍMICA**

PROFUTO DO MESTRADO

**CURITIBA
2015**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FORMAÇÃO CIENTÍFICA
EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA**

JOÃO PAULO STADLER

**MANUAL DIDÁTICO:
O EMPREGO DE ASPECTOS SOCIOCIENTÍFICOS
NO ENSINO DE QUÍMICA**

Produto vinculado à Dissertação de Mestrado Profissional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica – PPGFCET, Área de Concentração: Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional, Linha de Pesquisa: Formação de Professores

Orientadora: Prof.^a Dra. Fabiana Roberta Gonçalves e Silva Hussein

**CURITIBA
2015**

*Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons
Atribuição-atribuição uso não comercial/compartilhamento sob a mesma licença
4.0 Brasil. Para ver uma cópia desta licença, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>*



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S777a Stadler, João Paulo
2015 Manual didático : o emprego de aspectos sociocientíficos
no ensino de química / João Paulo Stadler, Fabiana Roberta
Gonçalves e Silva Hussein.-- 2015.
47 f. : il. ; 30 cm.

Bibliografia: f. 40-42

1. Química - Estudo e ensino (Ensino médio) - Problemas,
questões, exercícios. 2. Ensino médio - Avaliação. 3.
Discussões e debates. 4. Análise de conteúdo (Comunicação).
5. Prática de ensino. 6. Professores de química - Formação.
7. Tecnologia educacional. I. Hussein, Fabiana Roberta
Gonçalves e Silva. II. Título.

CDD: Ed. 22 -- 507.2

Biblioteca Central da UTFPR, Câmpus Curitiba

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	5
PARTE UM: ORIENTAÇÕES TEÓRICAS.....	7
ASPECTOS SOCIECIENTÍFICOS NO ENSINO DE QUÍMICA	8
CARACTERIZAÇÃO DAS QUESTÕES DO NOVO ENEM.....	15
PARTE DOIS: SEQUÊNCIA DIDÁTICA E EXEMPLARES	27
QUESTÕES DO ENEM COMO PRECURSORAS DE PRÁTICAS SOCIOCIENTÍFICAS.....	28
<i>Exemplar: Temas Ambientais</i>	<i>31</i>
<i>Exemplar: Saúde e População.....</i>	<i>34</i>
<i>Exemplar: Energia</i>	<i>36</i>
<i>Exemplar: Questões socioeconômicas.....</i>	<i>40</i>
REFERÊNCIAS CONSULTADAS.....	43
CLASSIFICAÇÃO DAS QUESTÕES POR TEMA GLOBAL.....	46
ANEXO: MATRIZ DE REFERÊNCIA DO ENEM	47



APRESENTAÇÃO

Este manual didático é fruto dos estudos desenvolvidos durante meu mestrado profissional realizado no Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná sob orientação da Profa. Dra. Fabiana Roberta Gonçalves e Silva Hussein.

Dedico-o a todos os professores de Química que ainda não desistiram no juramento que proferiram no dia da sua formatura: de levar o conhecimento a todos, independentes das dificuldades. Uma dedicatória especial àqueles que, como eu, estão/estiveram a um passo de jogar seus Livros de Registo de Classe para o alto e dar adeus! A esses, espero fornecer o comburente que irá oxidar o combustível que, sei, ainda está presente em vocês.

Sinceramente, espero que este material não tenha existido somente para cumprir o requisito proposto pelo mestrado profissional, espero que ele tenha a capacidade de realmente promover melhoria na prática nos docentes de Química, como tem motivado uma intensa melhoria na minha própria prática.

O manual é composto de duas partes: a primeira apresenta algumas orientações acerca da metodologia que envolve o emprego de Aspectos Sociocientíficos e uma discussão acerca do caráter do Novo Enem. A segunda parte apresenta a proposta de sequência didática que prevê a utilização de questões do Novo Enem como precursoras de uma prática que envolva a discussão de ASC. A sequência didática conta com uma etapa inicial, na qual são identificados os aspectos sociocientíficos que podem ser abordados e, em seguida, uma série de etapas que visam a discussão desses aspectos e do conteúdo específico. Para exemplificar o funcionamento

da sequência didática proposta, foram colocados exemplares construídos a partir de uma questão para cada tema global presente nas questões do Novo Enem estudadas. Esses exemplares contam com a organização das atividades proposta na sequência didática de acordo com os elementos retirados das questões.

Atenção: Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons atribuição uso não comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil. Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



**PARTE UM:
ORIENTAÇÕES
TEÓRICAS**

ASPECTOS SOCIECIENTÍFICOS NO ENSINO DE QUÍMICA

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e as suas Orientações Complementares (PCN+) são os documentos oficiais de nível nacional que estabelecem os pressupostos para o ensino no Brasil (BRASIL 1999; 2002). Segundo esses documentos, o ensino de Química deve ser relacionado a situações reais ou simuladas que servem de contexto para significar os assuntos abordados em sala de aula.

O desenvolvimento de um aluno com pensamento crítico sobre a Ciência deve ser pautado em competências que, combinadas, contribuem para a argumentação acerca da Química nos contextos desejados. Para tanto para tais documentos, são competências em Química a Representação e Comunicação, Contextualização Sociocultural e Investigação e Compreensão (Figura 1).

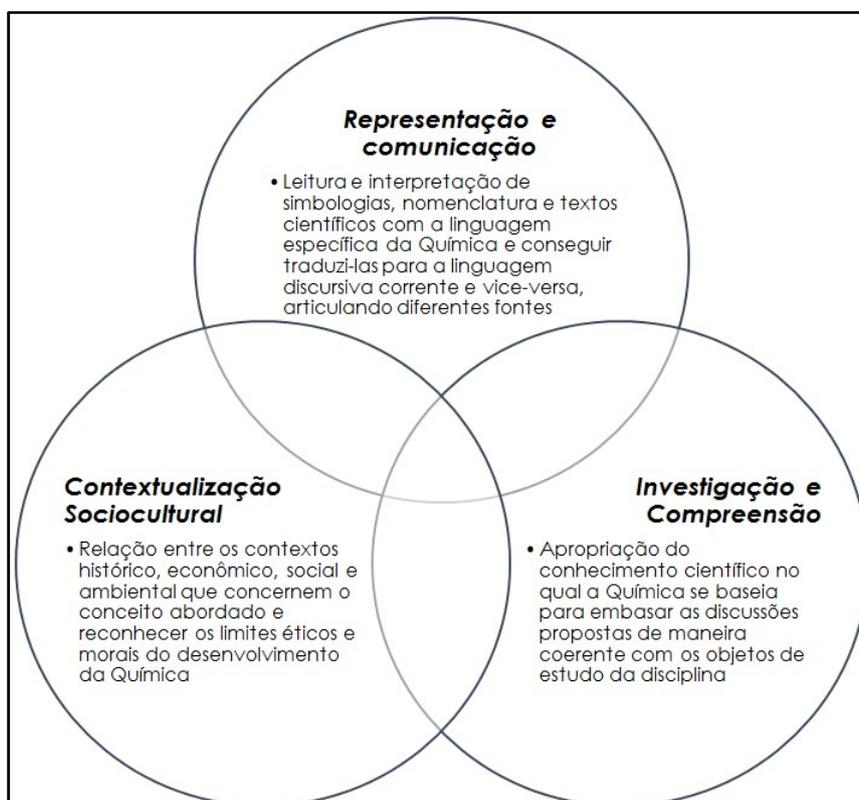


Figura 1: Competências para o ensino de Química.

Fonte: Brasil (1999)

É evidente que, para promover o desenvolvimento das competências e habilidades previstas nos PCN (BRASIL, 1999) em conjunto com os contextos de aplicação citados nos PCN+ (BRASIL, 2002), é necessário que novas metodologias de ensino sejam propostas de modo a sobrepor o ensino tradicional de Química e seu caráter propedêutico, conteudista. Um exemplo de metodologia que tem potencial de promover os pressupostos estabelecidos nos documentos oficiais é, segundo Santos (2002), o emprego de Aspectos Sociocientíficos no ensino de Química, que apresenta os elementos que podem possibilitar um processo de ensino e aprendizagem dos conceitos disciplinares de modo socialmente relevante e significativo.

Uma maneira de promover a significação dos conteúdos, de acordo com o apresentado por Santos e Mortimer (2009), é a proposição de uma **Questão Sociocientífica (QSC)**, que se configura como uma “pergunta controvertida” (SANTOS e MORTIMER, 2009, p. 2), ou seja, **um questionamento que promova debates para que sejam propostas soluções em diversos campos para um problema específico**. Essas situações específicas podem ser de nível local, regional ou global, relatadas na mídia – sendo discutida, então, em diversos campos e sobre vários pontos de vista –, que envolvem ações diversas desde a avaliação de políticas públicas até tomada de decisão – englobando aspectos morais e éticos – e que necessitam de vários conhecimentos integrados para que sejam solucionados – prescindindo de uma abordagem interdisciplinar (SADLER e ZEIDLER, 2014; MENDES, 2012).

Para Santos e Mortimer (2009), contudo, a abordagem de QSC não é recorrente na prática docente no Brasil, porém foi observada por eles a tentativa de professores de Ciências em **promover a significação dos conteúdos de acordo com os temas relacionados à ciência, à tecnologia e à sociedade. A essa prática, os autores denominaram de abordagem de Aspectos Sociocientíficos (ASC)**. Partindo desse conceito, a inclusão de ASC na construção de uma prática pedagógica que visa à formação cidadão pode ser feita de

três modos: de **forma temática**, quando se emprega um assunto geral para suscitar as discussões fomentadas pelo conhecimento científico; **de forma pontual**, quando os conceitos estudados estão intimamente ligados a um fato ou fenômeno cotidiano específico; ou **por meio de questionamentos dirigidos** acerca do tema.

Sendo assim, foi possível estabelecer que a abordagem de ASC envolve a presença determinados fatores (SANTOS, 2002), mostrados na Figura 2.

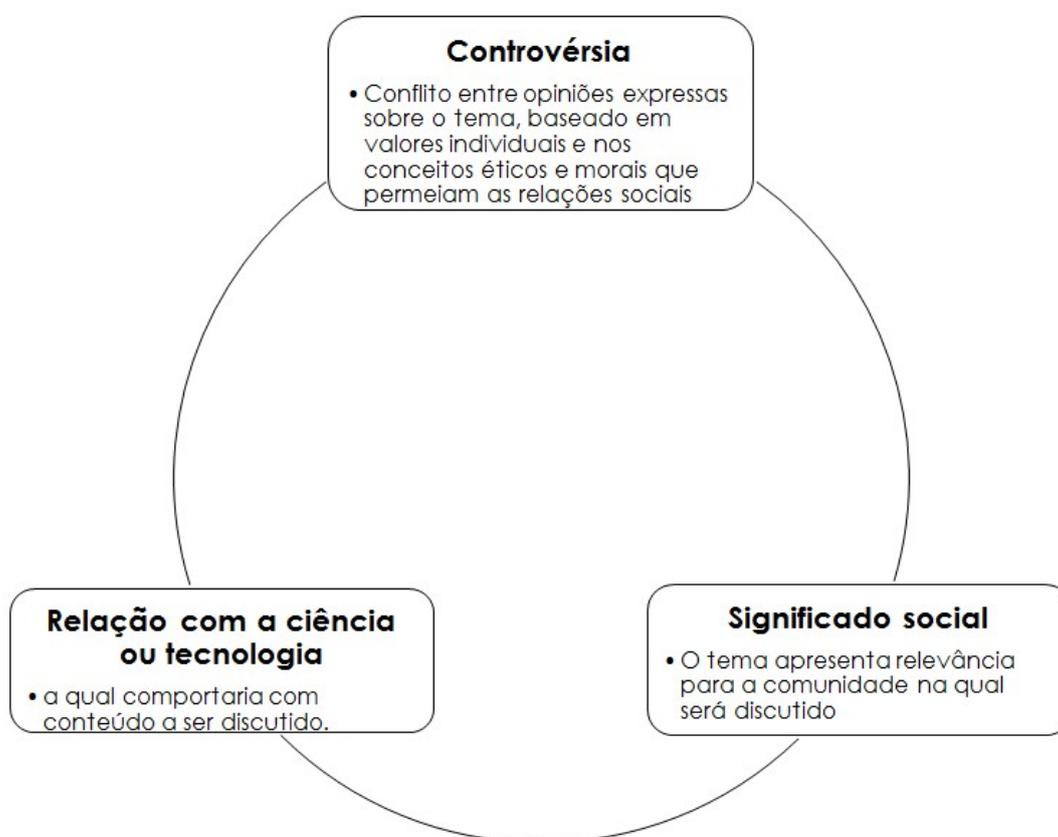


Figura 2: Fatores que compõem a abordagem de ASC¹.

Fonte: Santos (2002)

¹ Em relação a esse quesito, Santos (2002) apresenta uma discussão quanto ao que seria socialmente relevante, ao comparar as ideias de Paulo Freire e Merryfield. Enquanto para Paulo Freire a relevância social seria conferida pelos temas geradores, que devem ser sempre oriundos da comunidade tendo, então, uma abrangência local, para Merryfield, existem problemas regionais e globais que podem ser utilizados como fonte da controvérsia para discutir aspectos sócio-científicos, sendo eles: temas ambientais; saúde e população; questões econômicas; transporte e comunicação; alimentos e fome; energia; e questões militares.

Considerando as características dos ASC, Santos (2002) citou os objetivos pretendidos com o seu emprego em sala de aula, que podem ser divididos em cinco categorias apresentadas na Figura 3.

A relevância	A motivação	A comunicação	A análise	A Compreensão
<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre o que é aprendido em sala de aula e os problemas que se observam na realidade de maneira crítica a fim de desenvolver a responsabilidade social 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimular os estudantes a estudar Química como um meio de explicar sua realidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver competências que envolvem o uso e interpretação da linguagem própria da Ciência e relacioná-la com a linguagem discursiva 	<ul style="list-style-type: none"> • Formular de hipóteses e o desenvolvimento de raciocínio lógico baseado nos conceitos científicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender dos conhecimentos científicos e da sua relação com o contexto social, econômico e ambiental

Figura 3: Objetivos pretendidos com o emprego de ASC.

Fonte: Santos (2002)

A abordagem desses aspectos durante o processo de ensino e aprendizagem deve ser feita de modo a promover a discussão dos alunos em torno de uma controvérsia acerca do tema escolhido, ou ainda, a relação entre os aspectos e os conteúdos científicos podem suscitar temas que atuarão como geradores para a discussão. Em ambos os casos, o emprego de ASC visa a ressignificação dos conteúdos, tornando-os mais próximos dos alunos (SANTOS e MORTIMER, 2009).

A utilização da controvérsia requer que os alunos exercitem a comunicação por meio de vários suportes (livros, discursos, etc.), tanto para interpretar informações recebidas quanto para participar do diálogo. A existência dessas várias possibilidades de discurso, por sua vez, cria a necessidade de que eles analisem as informações recebidas e construam seus discursos. A compreensão, por fim, refere-se à assimilação do conteúdo propriamente dito. Fica evidente, então, que a presença dos ASC nas aulas promove a reflexão crítica sobre o assunto estudado, motivando a tomada de decisão por meio de valores e opiniões fundamentadas, promovendo o aprendizado baseado na validação dos argumentos e na formação cidadã preconizado nas diretrizes educacionais nacionais. O objetivo, então, da

intervenção pedagógica envolvendo ASC consiste na a exposição dos valores dos alunos quanto ao tema, tendo em vista que esse lhes é relevante; a discussão crítica sobre os valores à luz do conhecimento científico; e, por fim, a tomada de decisão, que pode levar a uma ação social (PÉREZ e CARVALHO, 2012). Desse modo, a intervenção promoveria, além da apropriação do conhecimento científico, o desenvolvimento das habilidades e competências pretendidas nos PCN (BRASIL, 1999).

Em sua tese, Santos (2002) apresenta como pode ser introduzida a discussão de ASC relacionado ao tema de lixo urbano. De acordo com o autor, uma abordagem ASC deve ir além da apresentação e escolha do melhor método para de tratamento dos resíduos, precisa apresentar questionamentos acerca da ação humana envolvida no processo, como por exemplo:

Quem produz mais lixo? Por que uns vivem no e do lixo? Por que produzimos uma grande quantidade de lixo? O lixo é uma necessidade humana ou uma necessidade produzida pela sociedade tecnológica atual? O que podemos fazer enquanto cidadãos para que os efeitos do lixo não sejam agravados? Qual o nosso papel social na busca de uma sociedade igualitária em que seres humanos não vivam como animais desprovidos da condição humana, explorados pelos dejetos daqueles que têm acesso ao que são negados a muitos outros. (SANTOS, 2002, p. 53)

Com questionamentos desse tipo pode ser promovida uma abordagem mais completa da relação social dentro do contexto, além de permitir significação dos conteúdos científicos estudados.

Desse modo, a intervenção promoveria, além da apropriação do conhecimento científico, o desenvolvimento das habilidades e competências pretendidas nos PCN (BRASIL, 1999). Como exemplos de ação social envolvendo o emprego de ASC, é possível citar, segundo Reis (2013):

- 1) Organizar grupos de pressão social;

- 2) Mudança no próprio comportamento;
- 3) Proposição de ações inovadoras;
- 4) Iniciativas de voluntariado; e
- 5) Educar outros.

É esperado que a intervenção pedagógica promova, no mínimo, a consciência para que os alunos consigam desenvolver essas atividades.

Santos e Mortimer (2009) apontam que os pontos positivos observados no emprego de aspectos sócio-científicos em sala de aula foram: a maior participação dos alunos que participaram de atividades envolvendo ASC nas aulas e, em consequência, o desenvolvimento de habilidades e competências concernentes aos previstos nos documentos oficiais. Os autores apontam que, além dessas mudanças observadas nos alunos que participaram de aulas pautadas no emprego de ASC, evidenciou-se que a prática docente também deve ser modificada de modo a ser mais aberta às opiniões dos alunos e suas vivências, o que ocorre quando o professor adquire a segurança ao ensinar, sendo protagonista do seu planejamento e ação.

De acordo com Pérez e Carvalho (2012), a formação específica dos profissionais acarreta no desconforto em se trabalhar com questões que não se referem às suas disciplinas de modo incisivo, como as implicações sociais e ambientais. Reis (2013) reforça que as dificuldades na atuação docente baseadas, em questões sócio-científicas, se justifica pela gama de conhecimentos necessários na elaboração e execução da intervenção pedagógica, como o conhecimento dos conteúdos e processos científicos e sua relação com a natureza; conhecimentos didáticos em termos de concepção da prática, de gestão de tempos e recursos e da avaliação; e as concepções acerca do ensino de ciências, currículo e cidadania para que todos esses elementos se equilibrem.

Outras dificuldades apontadas por Pérez e Carvalho (2012) são o excesso de conteúdos esperados para a disciplina de Química; a baixa carga horária atribuída ao componente curricular; o desconforto com a visão de diretores e equipe pedagógica com a maneira não tradicional de desenvolver as aulas dessa disciplina; e a presença de exames (como vestibulares) que não consideram esse tipo de quesito em suas avaliações. A maneira tradicional de ensino de ciências pode ser descrita como aquela que se baseava em ensinar ciência como neutra, isenta de valores e concepções não científicas. Segundo Santos e Mortimer (2001), essa abordagem de ciências ou ainda, uma abordagem de assuntos ambientais e sociais sem que haja a construção de uma consciência para ação social responsável não permitem alcançar os objetivos para o ensino de ciências com perspectiva cidadã.

Tendo em vista as dificuldades em se planejar uma prática que envolva ASC, esse manual se propõe a utilizar questões de Novo Enem como norteadoras de uma prática sociocientífica.

CARACTERIZAÇÃO DAS QUESTÕES DO NOVO ENEM

Tendo em vista que este manual tem por objetivo **utilizar as questões do Novo Enem para fomentar o planejamento do professor**, é importante entender qual o perfil da prova. Nos parágrafos a seguir será mostrada os resultados da análise² dos conteúdos, habilidades, temas globais e presença de ASC nas questões do Novo Enem relacionadas à Química.

A identificação dos conteúdos (Figura 4) desses enunciados serve de base para os conteúdos que deveriam ser mais explorados no estudo da Química (o que não significa necessariamente a exclusão de conteúdos), embora os PCN+ (BRASIL, 2002) recomende essa prática em casos individuais. Na Figura 4, os conteúdos estão identificados pelos números a eles atribuídos no Quadro 1, a seguir.

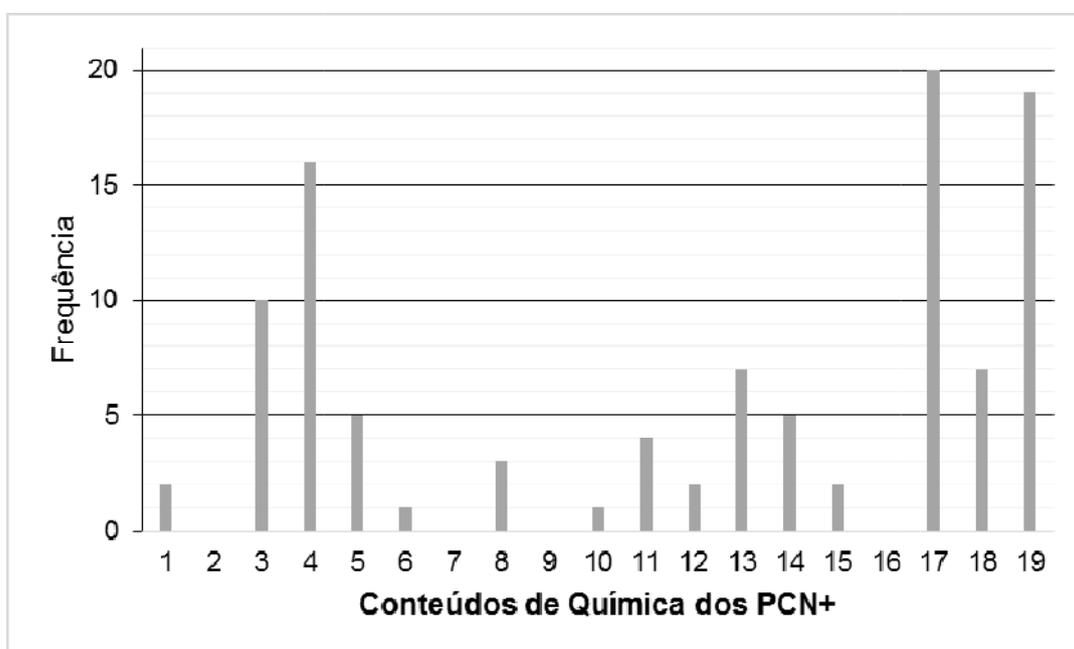


Figura 4: Gráfico da Frequência de Conteúdos de Química no ENEM de 2009 a 2014.

² A análise completa pode ser conferida na Dissertação de Mestrado vinculada a esse produto.

Fonte: Autoria própria

Conteúdos de Química (PCN+)	
1) Evidências de reação química;	10) Estados de agregação;
2) Propriedades organolépticas;	11) Termoquímica;
3) Propriedades dos materiais;	12) Cinética química;
4) Estequiometria;	13) Eletroquímica;
5) Processos de separação de misturas;	14) Equilíbrio químico;
6) Modelos atômicos;	15) Radioatividade;
7) Ligações químicas;	16) Componentes ambientais;
8) Interações intermoleculares;	17) Compostos orgânicos;
9) Simbologia química;	18) Ciclos biogeoquímicos;
	19) Química ambiental

Quadro 1: Conteúdos de Química descritos nos PCN+.

Fonte: Brasil (2002)

Observou-se que os conteúdos 2 (Propriedades Organolépticas); 7 (Ligações Químicas); 9 (Simbologia Química) e 16 (Componentes Ambientais) não foram considerados diretamente relacionados à nenhuma questão de Química analisada, embora os conteúdos 7 e 9 estejam implicitamente relacionados à previsão das propriedades dos materiais (conteúdo 3), sendo de crucial importância para o entendimento das bases da Química e o conteúdo 16 relaciona-se com o 19 (Questões Ambientais).

A maior parte da prova (63% das questões) aborda os conteúdos referentes à **Compostos Orgânicos** (17); **Química Ambiental** (19); **Estequiometria** (4) e **Propriedades dos Materiais** (3), indicando a preferência por tratar assuntos descritos tradicionalmente nos livros da terceira série do Ensino Médio, embora as discussões ambientais estejam aparecendo nas obras de maneira mais diluída entre as séries e o conteúdo de Estequiometria esteja normalmente planejado para a segunda série do Ensino Médio. A questão de propriedades dos materiais está presente em todos os conteúdos e discussões da Química.

O resultado dessa análise permite, então, traçar um perfil dos conteúdos que estão mais presentes nas sequências didáticas que compõem o produto desenvolvido no âmbito desse estudo, atentando para o fato de que os outros conteúdos não devem ser esquecidos e de

que os produtos elaborados não pretendem esgotar os assuntos de cada série, mas apontar atividades que podem ser incluídas no planejamento para esses conteúdos.

Após categorizar as questões que têm relação com a Química (102 questões, entre 2009 e 2014), os enunciados foram re-examinados de modo a identificar as competências (Figura 5) e habilidades (Figura 6), de acordo com o descrito na Matriz de Referência do Enem, que apresenta as competências e habilidades que os estudantes, que pretendem ingressar no ensino superior, devem ter quando submetidos às avaliações e que, portanto, são formandos do Ensino Médio.

As constatações permitidas por essa análise também serão subsídio para a elaboração das sequências didáticas, que propõem o desenvolvimento das habilidades e competências esperadas para o ensino de Química³.

A Figura 5 mostra a representatividade de cada competência de acordo com a Matriz de Referência do Enem (BRASIL, 2009). Nessa figura foram suprimidas as competências de área 6 e 8 por se tratarem exclusivamente do ensino de Física e Biologia, respectivamente. Dentre as **competências de área presentes**, é possível perceber que **a mais frequente** é aquela que envolve a aplicação de **procedimentos próprios da Ciência em diferentes contextos (Componentes de área 5)**. O que era esperado, tendo em vista a orientação dos PCN+ (BRASIL, 2002) acerca da contextualização e da divisão do conteúdo de Química por temas.

Seguindo a ordem de representatividade, aparecem as **competências de área 7 e 3** que abordam, respectivamente, **a aplicação de conhecimentos específicos de Química na avaliação, planejamento e solução de problemas tecnológicos e a associação de atividades de interesse social, que envolvem conhecimento químico, com a degradação ambiental**.

³ Por uma questão de espaço e leitura fluída do texto, a denominação das competências e habilidades do ENEM foi colocada apenas no Anexo.

As áreas menos abordadas foram: 4 (interação entre organismos e ambiente), o que pode ser explicado com a possível prevalência de tal competência em questões classificadas como Biologia; 2 (identificação e aplicação de novas tecnologias), que podem ser abordadas em disciplinas de Física; e 1 (compreender o contexto histórico e social das ciências naturais), que pode ser abordada em todas as disciplinas da área.

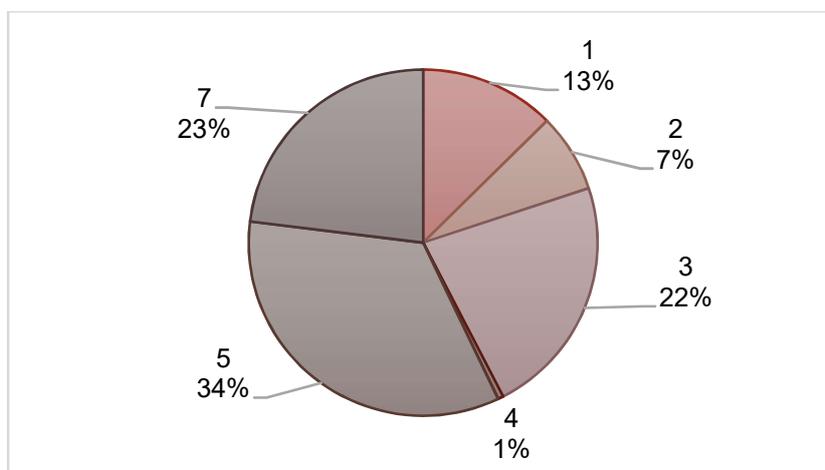


Figura 5: Representatividade das Competências por Área nas Questões de Química do ENEM de 2009 a 2014.

Fonte: Autoria própria

A Figura 6 mostra as habilidades requeridas para a resolução das questões de Química das provas. É importante lembrar que essas habilidades estão agrupadas nas competências por área descritas acima, por isso as habilidades H20 a H23 (competência por área seis) e H28 a H30 (competência por área oito) não estão presentes na análise, uma vez que são específicas de Física e Biologia, respectivamente⁴.

Das áreas comuns a todas as disciplinas, algumas habilidades não foram verificadas (e não serão exibidas no gráfico) por serem elas consideradas mais específicas de Física: habilidade 1 (movimento ondulatório e oscilatório) e habilidade 5 (dimensionar circuitos e

⁴Novamente, explicitamos aqui que, por uma questão de espaço e leitura fluída do texto, a denominação das competências e habilidades foram colocadas apenas no Anexo.

dispositivos elétricos) ou de Biologia: habilidade 13 (mecanismos de transmissão da vida); habilidade 15 (explicação de fenômenos biológicos); habilidade 16 (organização taxionômica).

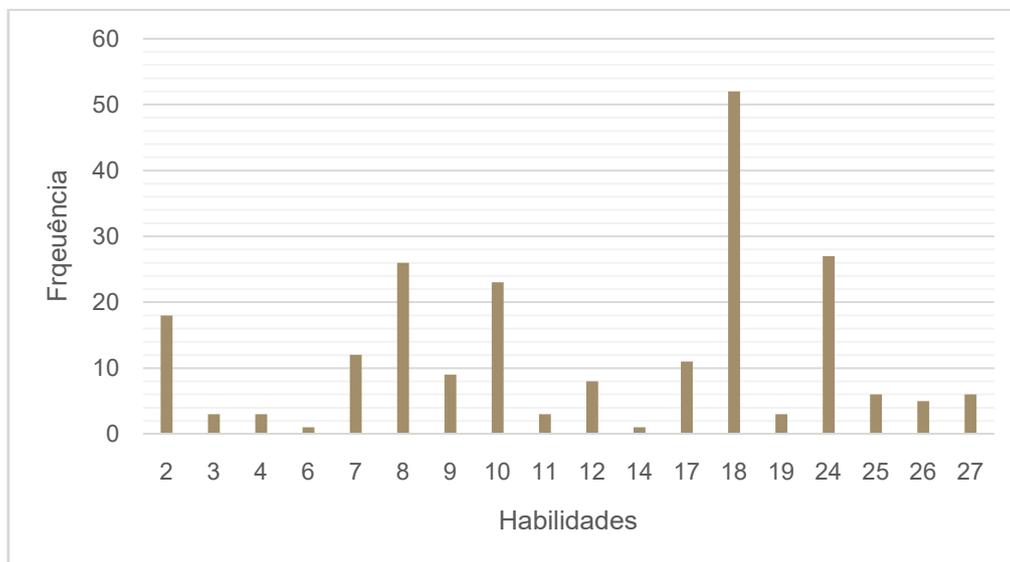


Figura 6: Habilidades Requeridas para a Resolução de Questões de Química do Enem de 2009 a 2014.

Fonte: Autoria Própria

Por meio da identificação das habilidades, foi possível verificar que **a habilidade mais requisitada** foi a que se relaciona com as **propriedades químicas de produtos com o seu uso** (habilidade 18), seguida das habilidades 24 (**nomencatura específica para caracterizar produtos e processos químicos**); 8(**identificar transformações químicas em processos de produção, utilização e reciclagem**); e 10 (**analisar perturbações ambientais**).

Comparando os resultados da frequência de competências e habilidades com os dados sobre a ocorrência dos conteúdos específicos de Química, observa-se convergência nas análises, uma vez que o conteúdo mais frequente: compostos orgânicos, envolve as habilidades de identificação de propriedades, e de utilização de nomenclatura específica da química, também muito frequentes, tal como descrito nas análises anteriores. O mesmo ocorre com o

conteúdo de química ambiental, no qual se podem abordar questões de reciclagem e análise de perturbações ambientais, que são outros exemplos de habilidades frequentes.

Em contrapartida, as habilidades menos presentes foram: habilidades catorze – H14 (identificação de fenômenos vitais a organismos) e habilidade seis – H6 (utilização de aparelhos e sistemas tecnológicos). Essas habilidades podem ser facilmente relacionadas com as disciplinas de Biologia e Física, respectivamente, e sua baixa frequência na análise de questões de Química, pode ser justificada pela pouca ocorrência de questões interdisciplinares entre a Química e as outras disciplinas.

Concomitantemente à análise de conteúdos, competências e habilidades, as questões de Novo Enem relacionadas à Química foram avaliadas, de modo a evidenciar a presença dos indicadores empregados nessa Análise de Conteúdo, a presença de temas globais e da controvérsia.

1) A presença de algum dos temas globais (Figura 7) que são:

- a. Temas ambientais;
- b. Saúde e população;
- c. Energia;
- d. Questões socioeconômicas;
- e. Alimentos e fome;
- f. Questões militares.

2) A possibilidade de avaliação de alternativas e tomada de decisão acerca de uma controvérsia envolvendo os temas supracitados.

A presença de temas globais auxiliou, também, no estabelecimento dos temas que serviram de base para a construção

das sequências didáticas disponibilizadas nos recursos desenvolvidos, sendo esse um dos objetivos dessa análise.

Com base na Figura 7 pode-se perceber que os temas globais mais presentes na prova foram os Temas Ambientais, seguido de Saúde e População; Energia e Questões Socioeconômicas. Os temas Questões Militares e Alimentos e Fome não foram observados. A prevalência de assuntos relacionados à química ambiental era esperada, tendo em vista a frequência do conteúdo específico e das competências e habilidades ligados a ele. O conteúdo de compostos orgânicos também explica a discussão de temas relacionados a Saúde, Energia e Alimentação, tendo em vista que produtos classificados como orgânicos estão intimamente ligados a essa área: medicamentos, combustíveis e biomoléculas, por exemplo. Esse mesmo perfil foi citado no trabalho de Hipólito e Silveira (2011) que analisou as avaliações do ENEM de 2001 a 2010 quanto aos temas envolvidos nas questões, constatando a forte predominância de questões envolvendo os Temas Ambientais, seguido de Saúde, em menor quantidade.

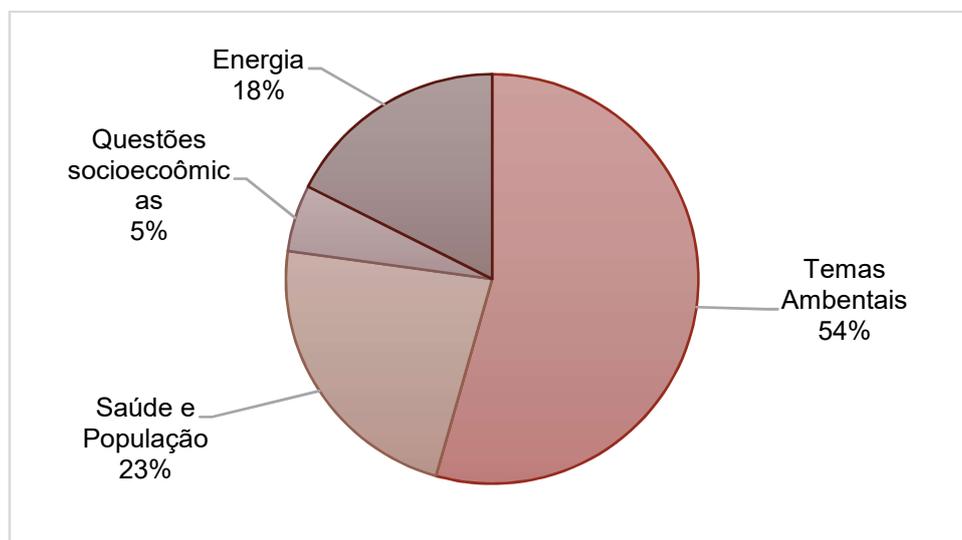


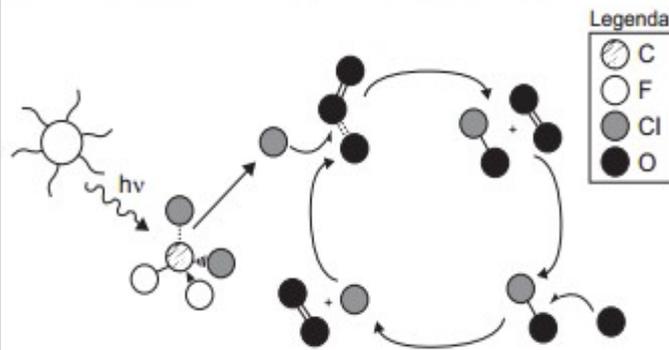
Figura 7: Frequência dos Temas Globais nas Questões de Química do ENEM de 2009 a 2014.

Fonte: Autoria própria

É importante lembrar que, como afirma Maceno *et al.* (2001), o desenvolvimento de competências e habilidades preconizados pelos PCN (BRASIL, 2000) e refletidos na prova do Enem visa permitir que o egresso do Ensino Médio se torne independente para sua atuação na sociedade e consiga continuar sua formação, de acordo com sua vontade. O emprego concomitante de temas globais possibilita uma visão geral do mundo e da sociedade na qual o egresso está inserido e deve atuar por meio da tomada de decisão. Assim, é função dos profissionais, envolvidos com os estudantes desse nível escolar, proporcionar elementos que favoreçam a formação integral dos estudantes, sendo que uma estratégia que auxilia no cumprimento desse papel é o emprego de aspectos sócio-científicos.

Durante a análise das questões, contudo, verificou-se que a apenas abordagem dos temas globais de Merryfield não é capaz de conferir ASC às questões, pois os temas podem ser empregados sem promover as discussões previstas quando se emprega ASC. Sendo assim, fez-se necessária a análise do segundo ponto indicador utilizado na Análise de Conteúdo: a presença de uma controvérsia. Abaixo (Figuras 14 e 15) são comparadas duas questões nas quais foram identificadas a presença do tema global Temas Ambientais, mas a primeira (Figura 14) não aborda a discussão de ASC, pois não envolve uma controvérsia, enquanto a segunda (Figura 15) apresenta ASC.

A liberação dos gases clorofluorcarbonos (CFCs) na atmosfera pode provocar depleção de ozônio (O_3) na estratosfera. O ozônio estratosférico é responsável por absorver parte da radiação ultravioleta emitida pelo Sol, a qual é nociva aos seres vivos. Esse processo, na camada de ozônio, é ilustrado simplificada na figura.



Quimicamente, a destruição do ozônio na atmosfera por gases CFCs é decorrência da

- A clivagem da molécula de ozônio pelos CFCs para produzir espécies radicalares.
- B produção de oxigênio molecular a partir de ozônio, catalisada por átomos de cloro.
- C oxidação do monóxido de cloro por átomos de oxigênio para produzir átomos de cloro.
- D reação direta entre os CFCs e o ozônio para produzir oxigênio molecular e monóxido de cloro.
- E reação de substituição de um dos átomos de oxigênio na molécula de ozônio por átomos de cloro.

Figura 8: Ano 2014 - Questão 48.

Fonte: Brasil (2014)

A questão 48 (Figura 8), do caderno azul da prova de 2014, aborda o tema global Temas Ambientais relacionado aos danos causados pelos clorofluorcarbonos (CFCs) à camada do ozônio. Contudo, apesar de abordar um tema global, a mesma não fornece elementos para uma controvérsia, ou seja, não é necessário emitir qualquer julgamento, apenas interpretar a figura fornecida que ilustra o mecanismo da depleção de ozônio pelos CFCs.

Sabe-se que o aumento da concentração de gases como CO_2 , CH_4 e N_2O na atmosfera é um dos fatores responsáveis pelo agravamento do efeito estufa. A agricultura é uma das atividades humanas que pode contribuir tanto para a emissão quanto para o sequestro desses gases, dependendo do manejo da matéria orgânica do solo.

ROSA, A. H.; COELHO, J. C. R. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 5, nov. 2003 (adaptado).

De que maneira as práticas agrícolas podem ajudar a minimizar o agravamento do efeito estufa?

- A Evitando a rotação de culturas.
- B Liberando o CO_2 presente no solo.
- C Aumentando a quantidade de matéria orgânica do solo.
- D Queimando a matéria orgânica que se deposita no solo.
- E Atenuando a concentração de resíduos vegetais do solo.

Figura 9: Ano: Ano 2013 - Questão 67.

Fonte: Brasil (2014)

A questão 67 (Figura 9), do caderno azul da prova de 2013, também aborda o assunto de Temas Ambientais relacionados ao efeito estufa e ao uso do solo por práticas agrícolas. Porém, em contraste com a questão anterior, o estudante é colocado em uma posição de tomada de decisão, ou seja, ele deve escolher dentre as opções, que a princípio são todas possíveis, uma alternativa que se enquadre nos parâmetros estabelecidos no enunciado, estabelecendo uma controvérsia na escolha de alternativas. Esse tipo de questão foi considerada como um exemplo de emprego de ASC.

A determinação de uma questão que envolvesse uma controvérsia calcou-se na necessidade de se escolher entre alternativas, a princípio, possíveis, mas excluídas pelos parâmetros estabelecidos no enunciado, em contraste com questões que admitem obrigatoriamente uma resposta (como, por exemplo, as que envolvem cálculo

estequiométrico. A Tabela 1, a seguir, sumariza os dois tipos de controvérsia encontrados nas provas.

Tipo de Controvérsia	Quantidade de Questões	Exemplo
Escolha entre alternativas possíveis para a solução de problemas	18	2009 – 01: escolher a melhor alternativa para a redução de emissão de gases do efeito estufa.
Avalie e/ou justificar uma escolha (tomada de decisão) já indicada de acordo com critérios (éticos, econômicos e/ou ambientais) estabelecidos	17	2009 – 40: justificar a necessidade de estudos mais detalhados acerca do uso de nanopartículas em tratamentos médicos.

Tabela 1: Tipos de controvérsias.

Fonte: Autoria Própria

Pelo apresentado na Tabela 1, é possível observar que foram identificadas 35 questões que abordaram ASC, dentre as 108 que compuseram o *corpus* da pesquisa, mostrando a baixa incidência desse tipo de enunciado (Figura 16).

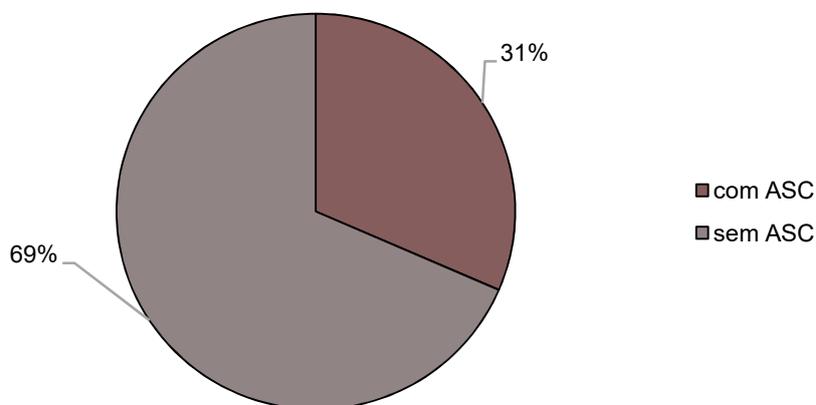


Figura 10: Análise quanto à presença de ASC.

Fonte: Autoria própria

Por fim, **verificou-se que 35 questões** (31% dos itens relacionadas à Química, Figura 10) **se enquadram como questões sociocientíficas**, uma vez que apresentam todos os critérios citados no Capítulo 4 que foram analisados acerca da estrutura argumentativa e do modelo de tomada de decisão abordado. O resultado encontrado, contudo, está aquém do esperado, pois as diretrizes descritas pelos documentos que regem a prova do Enem (BRASIL, 2002; 2005; e 2009) colocam de maneira clara que a interdisciplinaridade e a tematização dos conteúdos devem ser um dos elementos basais para organização dos planos de trabalho docente, de modo que haja o efetivo desenvolvimento de competências e habilidades (dentre essas, as que compõem o processo argumentativo), favorecendo a tomada de decisão. A presença de poucas questões genuinamente interdisciplinares e o número restrito de questões sócio-científicas, que estimulem o processo de tomada de decisão, evidencia que a prova não está sendo elaborada de maneira satisfatória para respeitar suas próprias regulamentações. Uma possível explicação para esse fenômeno, abordada por Maceno *et al.* (2001), é a insistência em se manter uma lista rígida e extensa de conteúdos específicos da Química a serem vencidos, o que estimula os professores a preferirem o ensino propedêutico com abordagem tradicional, a se arriscarem em metodologias que promovam a formação cidadã.

Apesar da baixa incidência, **é possível observar que algumas questões da avaliação do Novo Enem apresentam ASC em seu enunciado e que, por isso, podem ser utilizadas como uma base para a elaboração de sequências didáticas que abordem esses aspectos, permitindo o desenvolvimento da formação cidadã esperado.**

**PARTE DOIS:
SEQUÊNCIA DIDÁTICA E
EXEMPLARES**

QUESTÕES DO ENEM COMO PRECURSORAS DE PRÁTICAS SOCIOCIENTÍFICAS

O **objetivo principal** desse manual é **lhe mostrar como as questões do Enem que englobam ASC podem ser utilizadas como um elemento precursor do desenvolvimento de práticas pautadas no emprego desses aspectos**, de modo a proporcionar uma formação integral aos alunos do Ensino Médio. Acredita-se que com essa iniciativa, aos poucos, você adquirida a autonomia para planejar suas próprias práticas envolvendo ASC.

O **primeiro passo** é definir qual **o Tema Global** você deseja tratar em aulas, pois essa definição possibilitará um meio mais rápido⁵ de selecionar questões que têm o potencial de contribuir com o planejamento de suas atividades.

Após a definição do Tema Global, é indicado você uma leitura das várias questões do Novo Enem a ele relacionadas⁵, a fim de encontrar a que mais se adéquam aos objetivos pretendidos.

Por fim, após selecionar a questão do Enem que se deseja tomar por base, é necessário realizar uma leitura minuciosa com o intuito de extrair a maior parte de elementos que possam auxiliar o planejamento da prática sociocientífica.

Em sua tese, Santos (2002) apresenta como poderia ser introduzida a discussão de ASC relacionado ao tema de lixo urbano. De acordo com o autor, uma abordagem ASC deve ir além da apresentação e escolha do melhor método para tratamento dos resíduos pois, além disso, é necessário apresentar questionamentos acerca da ação humana envolvida no processo, como por exemplo:

⁵ No final desse manual há uma relação de questões do ENEM que apresentam aspectos sociocientíficos classificadas por Tema Global.

Quem produz mais lixo? Por que uns vivem no e do lixo? Por que produzimos uma grande quantidade de lixo? O lixo é uma necessidade humana ou uma necessidade produzida pela sociedade tecnológica atual? O que podemos fazer enquanto cidadãos para que os efeitos do lixo não sejam agravados? Qual o nosso papel social na busca de uma sociedade igualitária em que seres humanos não vivam como animais desprovidos da condição humana, explorados pelos dejetos daqueles que têm acesso ao que são negados a muitos outros. (SANTOS, 2002, p. 53)

Nessa análise, apontamos algumas questões que devem ser consideradas para o planejamento de uma sequência de atividades que apresentem aspectos sociocientíficos:

- I. Qual é a controvérsia envolvida na questão?
- II. Qual é a relação entre a controvérsia e a realidade local?
- III. Que elementos foram elencados para discutir a controvérsia?
- IV. Como relacionar o conteúdo programado para fomentar a discussão dos elementos elencados e promover a tomada de decisão?
- V. Quais as possíveis estratégias de ensino que se adequam à discussão da controvérsia pautada nos conteúdos escolhidos?
- VI. Qual será a atividade desenvolvida como prática social?
- VII. Qual será a sequência de atividades e o método de avaliação empregado?

Com esses pontos de reflexão, é esperado que você consiga elaborar um arcabouço de significados e possibilidades para trabalhar o Tema Global e os conteúdos específicos da Química por meio de uma prática sociocientífica, de modo a promover uma formação cidadã e integral aos alunos.

Assim, é possível estruturar uma sequência de atividades empregando aspectos sociocientíficos, para isso propomos aqui quatro etapas, apresentadas no quadro 2, que podem ser utilizadas para desenvolver uma prática nessa perspectiva.

Etapa	Título	Objetivo
1	Contato com o tema	Entender os aspectos gerais e abrangentes do tema para que se possam embasar argumentos e tomada de decisão. Serão indicados, principalmente, os textos do livro Química Cidadã, e/ou vídeos envolvendo o tema.
2	Abordagem do conteúdo específico	Relacionar o conteúdo específico da Química com o tema de modo a torná-lo significativo.
	Questões para o conteúdo	Empregar questões que promovam a formação cidadã.
3	Controvérsia e Tomada de decisão	Confrontar ideias e valores acerca do tema, com o embasamento científico promovido na etapa 2.
4	Prática social	Compartilhar conhecimentos e argumentos e/ou desenvolver habilidades de cunho social.

Quadro 2: Etapas Sugeridas para uma Sequência Didática.

Fonte: Autoria própria

Para mostrar como as questões do exame podem ser empregadas para o fim estabelecido, tomamos como exemplo uma questão classificada para cada Tema Global, os quais são: Temas Ambientais, Saúde e População, Energia e Questões Socioeconômicas. Para cada exemplo, respondemos as questões foram propostas para a construção da sequência, descritas no parágrafo anterior.

Com o intuito de apresentar como ocorre a concepção e a organização da sequência didática com base nas questões do Novo Enem, são apresentados, a seguir, exemplares elaborados por nós de modo a aplicar a sequência proposta.

Exemplar: Temas Ambientais

Após definir que se deseja abordar o tema global que envolve o assunto Temas Ambientais e escolher a questão apresentada na Figura 11:

Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano (CH₄) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de CO₂ das termelétricas.

MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil. *Revista Ciência Hoje*, V. 45, n° 265, 2009 (adaptado).

No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma fonte

- A) limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno.
- B) eficaz de energia, tomando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.
- C) limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.
- D) poluidora, colaborando com níveis altos de gases de efeito estufa em função de seu potencial de oferta.**
- E) alternativa, tomando-se por referência a grande emissão de gases de efeito estufa das demais fontes geradoras.

Figura 11: Questão 80 do Caderno Azul.

Fonte: ENEM (2011)

Utilizando a questão 80 (Fig. 11) como base para a construção da prática que visa a discussão de ASC, é possível iniciar a reflexão proposta na sequência didática acerca dos elementos que a compõe:

- I. A controvérsia é colocada em torno do caráter limpo ou poluidor das usinas hidrelétricas;

- II. Não existe uma relação direta com a comunidade local, mas é possível suscitar casos mais abrangentes como a Usina de Belo Monte;
- III. Para permitir a avaliação da alternativa, o enunciado da questão cita elementos como a composição da matriz energética brasileira e os gases de efeito estufa emitidos pela por alguns processos de obtenção de energia;
- IV. Essa questão relaciona-se estreitamente com os conteúdos que são abordados quando se estuda os problemas de poluição atmosférica;
- V. A discussão da controvérsia pode ser iniciada com a discussão sobre os prós e contras de cada matriz energética. Uma estratégia é a elaboração e apresentação de seminários em grupo sobre cada fonte energética, que deve ser avaliada sobre os elementos que a favorecem e desfavorecem do ponto de vista ambiental;
- VI. Nesse caso, a prática social pode ser entendida como a própria apresentação dos alunos, pois promove a socialização da informação, dos pontos de vista e de valores entre os grupos de estudantes.

Relacionando esses pontos com as etapas sugeridas na sequência didática, é possível elencar atividades que atinjam os objetivos esperados. Considerando esses fatores, é proposta uma prática para tratar do assunto escolhido com base na questão selecionada, descrita a seguir (Quadro 3).

Os critérios de avaliação podem ser divididos nas etapas de forma a respeitar as características de cada etapa. Na etapa 1 podem ser avaliados a adequação ao conteúdo e a desenvoltura na apresentação. Na segunda, a apreensão do conteúdo pode ser

investigada por meio de questões autorais⁶, ou com apoio no livro didático. A terceira etapa compreende uma avaliação mais subjetiva, procura avaliar de maneira geral como os alunos debatem o tema. Por discussão de aspectos relevantes, entende-se a argumentação acerca de pontos que beneficiam ou prejudicam a população e/ou o ambiente, por exemplo. Tendo em vista que esse julgamento depende de valores individuais, é estabelecida a controvérsia, elemento necessário para a prática.

Etapa	Título	Atividade
1	Contato com o tema	Apresentação de seminário: em grupos, os alunos devem apresentar uma breve explicação de funcionamento, aspectos relevantes das fontes energéticas
2	Abordagem do conteúdo específico	A abordagem do conteúdo em sala de aula é muito particular para cada docente. Desse modo, aqui serão indicados os conteúdos relacionados. Caracterização da atmosfera como componente ambiental, entendimento do processo de aquecimento terrestre e seus agravamentos por fontes antrópicas, reação de combustão e degradação anaeróbica.
3	Controvérsia e Tomada de decisão	Um bom caso para a controvérsia é a questão da Usina de Belo Monte. A discussão gira em torno dos benefícios de uma usina hidrelétrica (em relação às emissões) e os malefícios relacionados ao alagamento para a formação do lago e os efeitos no ciclo hidrológico.
4	Prática social	Nesse caso, a prática social será a apresentação dos aspectos relevantes de cada matriz energética realizada na etapa 1.

Quadro 3: Atividades sugeridas para uma prática envolvendo temas ambientais.

Fonte: Autoria própria

⁶ Questões autorais são perguntas elaboradas pelo próprio professor, em contraste com questões retiradas dos livros didáticos e vestibulares.

Exemplar: Saúde e População

A questão 51 do caderno azul da prova de 2014 (Figura 12) foi classificada no tema global saúde e população por tratar do tratamento de água para consumo humano:

Para impedir a contaminação microbiana do suprimento de água, deve-se eliminar as emissões de efluentes e, quando necessário, tratá-lo com desinfetante. O ácido hipocloroso (HClO), produzido pela reação entre cloro e água, é um dos compostos mais empregados como desinfetante. Contudo, ele não atua somente como oxidante, mas também como um ativo agente de cloração. A presença de matéria orgânica dissolvida no suprimento de água clorada pode levar à formação de clorofórmio (CHCl₃) e outras espécies orgânicas cloradas tóxicas.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. Química ambiental. São Paulo: Pearson, 2009 (adaptado).

Visando eliminar da água o clorofórmio e outras moléculas orgânicas, o tratamento adequado é a

- A filtração, com o uso de filtros de carvão ativo.
- B fluoretação, pela adição de fluoreto de sódio.
- C coagulação, pela adição de sulfato de alumínio.
- D correção do pH, pela adição de carbonato de sódio.
- E floculação, em tanques de concreto com a água em movimento.

Figura 12: Questão 51 do Caderno Azul.

Fonte: ENEM (2014)

Conforme proposto na sequência, a elaboração da prática se iniciam com as reflexões baseadas na questão:

- I. A controvérsia é colocada em torno da escolha do método mais indicado para a eliminação de compostos orgânicos da água durante o processo de tratamento;

- II. Uma controvérsia importante acerca do melhor dito de tratamento a ser utilizado (anaeróbico, aeróbico...)
- III. O enunciado trata da possibilidade de problemas que podem acontecer durante o tratamento de água e que podem causar efeitos adversos quando há o seu consumo;
- IV. O conteúdo trabalhado na questão é: processos de separação de misturas;
- V. A discussão da controvérsia pode ser iniciada com uma notícia “Estudo indica que tratamento de água e esgoto vai demorar 20 anos para chegar a todos os brasileiros” (PORTAL G1, 2014), seguida do debate acerca dos problemas que podem ser causados quando uma pessoa ingere água não tratada e a questão de direitos básicos assegurados pela legislação;
- VI. Nesse caso, a prática social será a confecção de um *folder* educativo sobre o tratamento de água e o desperdício que visa esclarecer como ações cotidianas podem levar a uma economia de água e a diminuição da poluição.

Relacionando esses objetivos com as reflexões sobre a prática, é proposta a seguinte sequência, apresentada no Quadro 3, para tratar desse assunto, com base na questão selecionada.

Os critérios de avaliação podem ser divididos nas etapas de forma a respeitar as características de cada etapa. Na etapa 1 podem ser avaliados a adequação ao conteúdo e a desenvoltura na apresentação. Na segunda, a apreensão do conteúdo pode ser investigada por meio de questões autorais, ou com apoio no livro didático. A terceira etapa compreende uma avaliação mais subjetiva, em que se procura avaliar de maneira geral como os alunos debatem o tema. Por discussão de aspectos relevantes, entende-se a

argumentação acerca de pontos que beneficiam ou prejudicam a população e, por exemplo, como este direito básico poderia ser assegurado à população. Tendo em vista que esse julgamento que depende de valores individuais, é estabelecida a controvérsia, elemento necessário para a prática. Ao final, o *folder* pode ser avaliado pela sua coerência com o proposto e pela criatividade ou pode ser proporcionada uma palestra em sala de aula, na qual os alunos apresentam seus *folders*.

Etapa	Título	Atividade
1	Contato com o tema	Apresentação de seminário: etapas do tratamento de água e as diferentes técnicas e problemas relacionados ao tratamento que podem afetar a saúde humana.
2	Abordagem do conteúdo específico	A abordagem do conteúdo em sala de aula é muito particular para cada docente. Desse modo, aqui serão apenas indicados os conteúdos relacionados, a metodologia e estratégia fica a cargo do professor. Caracterização de misturas e estudo dos processos de separação de misturas.
3	Controvérsia e Tomada de decisão	Discussão sobre a falta de distribuição da água potável para todos os brasileiros com a apresentação e discussão de uma notícia (PORTAL G1, 2014).
4	Prática social	Elaboração de um <i>folder</i> educativo sobre o tratamento e o desperdício da água.

Quadro 4: Atividades sugeridas para uma prática envolvendo o tema saúde e população.

Fonte: Autoria própria

Exemplar: Energia

Para discutir o tema global Energia foi escolhida a questão 67 do caderno azul da prova de 2010 (Fig. 13), que trata do armazenamento de energia solar como estratégia como a obtenção de energia útil.

O abastecimento de nossas necessidades energéticas futuras dependerá certamente do desenvolvimento de tecnologias para aproveitar a energia solar com maior eficiência. A energia solar é a maior fonte de energia mundial. Num dia ensolarado, por exemplo, aproximadamente 1 kJ de energia solar atinge cada metro quadrado da superfície terrestre por segundo. No entanto, o aproveitamento dessa energia é difícil porque ela é diluída (distribuída por uma área muito extensa) e oscila com o horário e as condições climáticas. O uso efetivo da energia solar depende de formas de estocar a energia coletada para uso posterior.

BROWN, T. Química a Ciência Central. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

Atualmente, uma das formas de se utilizar a energia solar tem sido armazená-la por meio de processos químicos endotérmicos que mais tarde podem ser revertidos para liberar calor. Considerando a reação: $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{v}) + \text{calor} \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g})$ e analisando-a como potencial mecanismo para o aproveitamento posterior da energia solar, conclui-se que se trata de uma estratégia

- A insatisfatória, pois a reação apresentada não permite que a energia presente no meio externo seja absorvida pelo sistema para ser utilizada posteriormente.
- B insatisfatória, uma vez que há formação de gases poluentes e com potencial poder explosivo, tornando-a uma reação perigosa e de difícil controle.
- C insatisfatória, uma vez que há formação de gás CO que não possui conteúdo energético passível de ser aproveitado posteriormente e é considerado um gás poluente.
- D satisfatória, uma vez que a reação direta ocorre com absorção de calor e promove a formação das substâncias combustíveis que poderão ser utilizadas posteriormente para obtenção de energia e realização de trabalho útil.
- E satisfatória, uma vez que a reação direta ocorre com liberação de calor havendo ainda a formação das substâncias combustíveis que poderão ser utilizadas posteriormente para obtenção de energia e realização de trabalho útil.

Figura 13: Questão 67 do Caderno Azul.

Fonte: ENEM (2010)

I.

Seguindo os caminhos propostos na sequência, é feita a reflexão sobre a questão:

- I. A controvérsia é colocada acerca da eficiência do processo citado como forma de armazenar a energia solar;

- II. Um caso que foi amplamente discutido na mídia no início do ano foi a isenção de impostos para a produção e uso de energia elétrica por meio da energia solar (FELINTO, 2015);
- III. Para permitir a avaliação da alternativa, o enunciado da questão cita a quantidade de energia solar disponível e um processo endotérmico que poderia permitir seu armazenamento;
- IV. Essa questão está relacionada com os conceitos iniciais estudados em termoquímica: processos endotérmicos e exotérmicos;
- V. A discussão da controvérsia pode ser iniciada com a discussão sobre a utilização de processos químicos para a obtenção de energia, depois seguir para os benefícios que poderiam ser trazidos com a redução de impostos para o uso da energia solar para a obtenção de energia elétrica (células fotovoltaicas);
- VI. Os alunos devem escolher uma das fontes de energia elétrica utilizadas na matriz energética e, também, uma fonte inovadora e defender sua utilização. Precisam, também, indicar que aspectos poderia facilitar o processo de obtenção de energia escolhido.

Relacionando esses objetivos com as reflexões sobre a prática, é proposta a sequência didática, apresentada no Quadro 5, para tratar desse assunto, com base na questão selecionada.

Etapa	Título	Atividade
1	Contato com o tema	Apresentação de seminário: em grupos, os alunos devem apresentar processos de produção de energia elétrica e de combustíveis.
2	Abordagem do conteúdo específico	A abordagem do conteúdo em sala de aula é muito particular para cada docente. Desse modo, aqui serão apenas indicados os conteúdos relacionados à discussão proposta (a metodologia fica a cargo do professor). Definição de entalpia e energia de ligação, fluxo de energia nas reações químicas, processos exotérmicos e endotérmicos, cálculo de variação entalpia e reação de combustão.
3	Controvérsia e Tomada de decisão	Aspectos envolvidos nas diferentes fontes de energia e subsídios que poderiam ser empregadas para facilitar a implantação de fontes de energia mais limpas.
4	Prática social	Os alunos devem escolher um processo de obtenção de energia e defender seu uso, elencando subsídios que poderiam ser concedidos.

Quadro 5: Atividades sugeridas para uma prática envolvendo o tema energia.

Fonte: Autoria própria

Os critérios de avaliação podem ser divididos nas etapas de forma a respeitar as características de cada etapa. Na etapa 1, podem ser avaliados a adequação ao conteúdo e a desenvoltura na apresentação. Na segunda, a apreensão do conteúdo pode ser investigada por meio de questões autorais, ou com apoio no livro didático. A terceira etapa compreende uma avaliação mais subjetiva, procura avaliar de maneira geral como os alunos debatem o tema. Por discussão de aspectos relevantes, entende-se a argumentação acerca de pontos que beneficiam ou prejudicam a população e/ou o ambiente, por exemplo. Tendo em vista que esse julgamento depende de valores individuais, é estabelecida a controvérsia, elemento necessário para a prática envolvendo discussão de ASC.

Exemplar: Questões socioeconômicas

Após definir que a prática terá como tema global e assunto Questões socioeconômicas e escolher a questão apresentada na Figura 14 como base, é possível iniciar a reflexão proposta na sequência didática.

As lentes fotocromáticas escurecem quando expostas à luz solar por causa de reações químicas reversíveis entre uma espécie incolor e outra colorida. Diversas reações podem ser utilizadas, e a escolha do melhor reagente para esse fim se baseia em três principais aspectos: (i) o quanto escurece a lente; (ii) o tempo de escurecimento quando exposta à luz solar; e (iii) o tempo de esmaecimento em ambiente sem forte luz solar. A transmitância indica a razão entre a quantidade de luz que atravessa o meio e a quantidade de luz que incide sobre ele.

Durante um teste de controle para o desenvolvimento de novas lentes fotocromáticas, foram analisadas cinco amostras, que utilizam reagentes químicos diferentes. No quadro, são apresentados os resultados.

Amostra	Tempo de escurecimento (segundo)	Tempo de esmaecimento (segundo)	Transmitância média da lente quando exposta à luz solar (%)
1	20	50	80
2	40	30	90
3	20	30	50
4	50	50	50
5	40	20	95

Considerando os três aspectos, qual é a melhor amostra de lente fotocromática para se utilizar em óculos?

A 1
 B 2
 C 3
 D 4
 E 5

Figura 14: Questão 90 do Caderno Azul

Fonte: ENEM (2014)

Com base nas questões propostas na sequência didática, é promovida a leitura da questão:

- I. A controvérsia é colocada em torno da eficiência de lentes fotocromáticas em função do tempo de escurecimento, esmaecimento e transmitância.
- II. A discussão inicia-se com o uso de lentes de óculos de sol falsificadas e continua com a notícia publicada por Azevedo e Wurmeister (2011) sobre outros produtos falsificados que podem causar sérios problemas se forem consumidos;
- III. Para permitir a avaliação da alternativa, o enunciado da questão cita os elementos utilizados para a determinação da melhor lente fotocromática e define os parâmetros;
- IV. Essa questão pode ser relacionada com o conteúdo de cinética química e os fatores que influenciam a velocidades das reações, bem como equilíbrio químico e os fatores que o deslocam;
- V. A discussão da controvérsia pode ser iniciada com a discussão sobre a melhor lente para óculos de sol e os perigos fornecidos pelas lentes fora de especificação. Em seguida, falar sobre os perigos em se utilizar produtos fora dos parâmetros de qualidade;
- VI. Nesse caso, a prática social consiste na elaboração de materiais como *banners* ou *podcasts*, alertando quanto aos perigos da utilização de produtos que não estão em conformidade com as normas de qualidade.

Relacionando esses objetivos com as reflexões sobre a prática, é proposta a sequência (no Quadro 6) para tratar desse assunto, com base na questão selecionada.

Os critérios de avaliação podem ser divididos nas etapas, de forma a respeitar as características de cada etapa. Na etapa 1, podem ser avaliados a participação e interesse na prática de laboratório. Na

segunda, a apreensão do conteúdo pode ser investigada por meio de questões autorais, ou com apoio no livro didático. A terceira etapa compreende uma avaliação mais subjetiva, em que se procura avaliar de maneira geral como os alunos debatem o tema. Por discussão de aspectos relevantes, entende-se a argumentação, por exemplo, acerca de pontos que beneficiam ou prejudicam a população e/ou o ambiente. Tendo em vista que esse julgamento depende de valores individuais, é estabelecida a controvérsia, elemento necessário para a prática docente que envolve ASC.

Etapa	Título	Atividade
1	Contato com o tema	Atividade prática para avaliar o tempo de escurecimento e esmaecimento de lentes fotocromáticas.
2	Abordagem do conteúdo específico	A abordagem do conteúdo em sala de aula é muito particular para cada docente. Desse modo, aqui serão apenas indicados os conteúdos relacionados. Velocidade média de reações químicas, fatores que alteram a velocidade das reações químicas, equilíbrio químico, fatores que deslocam o equilíbrio químico.
3	Controvérsia e Tomada de decisão	Um bom caso para a controvérsia é o uso de produtos que não estão em conformidade com as normas de qualidade por meio da notícia de Azevedo e Wurmeister (2011) seguindo para discussão com os alunos.
4	Prática social	A elaboração de <i>banners</i> e <i>podcasts</i> para sensibilizar outras pessoas quanto à utilização de produtos fora das normas de especificação.

Quadro 6: Atividades sugeridas para uma prática envolvendo questões socioeconômicas.

Fonte: Autoria própria

REFERÊNCIAS

AMORIM, F.; SOUZA, C. P.; TRÓPIA, G. Interdisciplinaridade, Contextualização e Pesquisa-Ação: Influência de um Curso de Formação Continuada de Professores de Ciências na Prática Docente.

ANDRADE, G. G. A Metodologia do Enem: Uma reflexão. *Série-Estudos*. Campo Grande, n. 33, p. 67-76, jan./jul. 2012.

AUGUSTO, T. G. S.; CALDEIRA, A. M. A. Dificuldades para a Implantação de Práticas Interdisciplinares em Escolas Estaduais, apontadas por Professores da Área de Ciências da Natureza. *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 12. n. 1, 2007.

AZEVEDO, G. WURMEINSTER, F. *Os malefícios dos produtos falsificados*. Disponível em <<http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/os-maleficios-dos-produtos-falsificados-4op66v5rwb3fw2kczaqz9e6>>. Acesso em 27 out. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. *Orientações Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCN+*. Ciências Naturais, Matemática e suas Tecnologias: Brasília, 1999

_____. Ministério da Educação. *Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCN+*. Ciências Naturais, Matemática e suas Tecnologias: Brasília, 2002.

FAZENDA, I. C. A. *Interdisciplinaridade: História, Teoria e Pesquisa*. Campinas: Papirus, 2012

_____. Interdisciplinaridade: definição, projeto, pesquisa. In: FAZENDA, I.C. A. *Práticas Interdisciplinares na Escola*. São Paulo: Cortez, 1991.

FELINTO, A. O Fim do Imposto sobre Energia Elétrica e o uso da Energia Solar no Brasil. <<http://www.emfoco360.com.br/o-fim-do-imposto-sobre-energia-eletrica-e-o-uso-da-energia-solar-no-brasil/>>. Acesso em 27 out. 2015.

FERNANDES, C. S.; MARQUES, C. A. A Contextualização no Ensino de Ciências: A Voz de Elaboradores de Textos Teóricos e Metodológicos do Exame Nacional do Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 17. n. 2, pp. 509-527, 2012.

FERREIRA, S. L. Introduzindo a Noção de Interdisciplinaridade. In: FAZENDA, I.C. A. *Práticas Interdisciplinares na Escola*. São Paulo: Cortez, 1991.

GEBARA, M. J. F. *A Formação Continuada de Professores de Ciências: Contribuições de um curso de curta duração com tema geológico para uma prática de ensino interdisciplinar*. Tese 314 f. (Doutorado em Ciências). Instituto de Geociências. Universidade de Campinas. Campinas, 2009.

_____. *et al.* Ciências da Natureza e Interdisciplinaridade: A Percepção dos Estudantes sobre Questões de Avaliações de Larga Escala. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 1, p. 1539-1545, 2013.

HIPÓLITO, A. F.; SILVEIRA, H. E. As questões de Química do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) em um enfoque transversal e interdisciplinar. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino em Ciências, 8, *Anais...* Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino em Ciências: Campinas, 2011.

JAPIASSU, H. *Interdisciplinaridade e a Patologia do Saber*. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

LENOIR, Yves. *Didática e Interdisciplinaridade: Uma complementaridade necessária e incontrolável*. In: Fazenda, Ivani C. A. *Didática e Interdisciplinaridade*. Campinas: Papirus, 1998.

MACENO, N. G.; RITTER-PEREIRA, J.; MALDANER, O. A.; GUIMARÃES, O. M. A Matriz de Referência do ENEM 2009 e o Desafio de Recriar o Currículo de Química da Educação Básica. *Química Nova na Escola*. v. 33, n. 3, agosto, 2011.

MACHADO, P. H. A.; LIMA, E. G. S. O ENEM no Contexto das Políticas para o Ensino Médio. *PERSPECTIVA*, Florianópolis, v. 32, n. 1, 355-373 jan./abr. 2014.

OLIVEIRA, C. F.; MARCOS, G. S.; GEBARA, M. J. F.; KLEINKE, M. U. Contextualização e Desempenho em exames de Ciências da Natureza: O "Novo Enem". In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9, *Atas do...*, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia, 2013.

PEÑA, M. D. Interdisciplinaridade: questão de atitude. In: FAZENDA, I.C. A. *Práticas Interdisciplinares na Escola*. São Paulo: Cortez, 1991.

PÉREZ, L. F. M.; CARVALHO, W. L. P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sócio-científicas na prática de professores de ciências. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 38, n. 03, p. 727-741, jul./set. 2012.

PORTAL G1. Estudo indica que Tratamento de Água e Esgoto vai demorar 20 anos para chegar a todos os Brasileiros. <<http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noticia/2014/08/estudo-indica-que-capitais-brasileiras-so-terao-agua-e-esgoto-tratados-em-20-anos.html>>. Acesso em 27 out. 2015.

REIS, P. Da Discussão à Ação Sociopolítica sobre Controvérsias Sócio-científicas: Uma questão de Cidadania. *Educação de Ciências e Tecnologia em Revista*. v. 3, n. 1, pp. 1-10, jan./jul. 2013.

SANTOMÉ, Jurjo Torres. *Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de Aspectos Sócio-científicos nas aulas de Ciências: Possibilidades e Limitações. *Investigações no Ensino de Ciências*. v. 14, n. 2. pp. 191-218. 2009.

SANTOS, W. L. P. *Aspectos Sócio-científicos nas Aulas de Química*. 339f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Educação. Belo Horizonte, 2002.

SOBRINHO, M. F.; SANTOS, W. L. P. Inserções da interdisciplinaridade e Contextualização em Intens do Enem/2013 com potencial ao enfoque CTS. *Uni-pluri/versidad*. v. 14, n.º 3, 2014.

SOUZA, R. S.; CORTES JUNIOR, L. P. A Contextualização nas Questões envolvendo Conteúdos Químicos das Provas do Novo Enem. In: Encontro Nacional de Ensino de Química (16) e Encontro de Educação Química da Bahia (10). *Anais... Encontro Nacional de Ensino de Química e Encontro de Educação Química da Bahia*. Salvador, 2012.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*. v. 35, nº 2, p. 84-91, maio 2013.

CLASSIFICAÇÃO DAS QUESTÕES POR TEMA GLOBAL

Tema Global	Ano da prova					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Temas Ambientais	Q1 e Q23	Q53, Q57, Q85, Q87 e Q90	Q80, Q85	Q70, Q76 e Q82	Q51, Q54 e Q67	Q59 e Q70
Saúde e População	Q23 e Q40	-	Q52	Q79, Q84	Q46 e Q81	Q58, Q65
Energia	-	Q63, Q67 e Q69	Q80, Q85	-	Q51	Q54
Questões socioeconômicas	-	Q87	Q54	-	Q86	Q80 e Q90

Quadro 7: Questões do Novo Enem que abordam ASC classificadas por tema global

Fonte: Autoria Própria

ANEXO: MATRIZ DE REFERÊNCIA DO ENEM

Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BRASIL, 2009)

Competência de área 1 – 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.