

O ENSINO DE CONCEITOS DE TERMODINÂMICA A PARTIR DO TEMA AQUECIMENTO GLOBAL

THE TEACHING OF THE THERMODYNAMIC CONCEPTS FROM THE GLOBAL WARMING THEME

Luis Gustavo D`Carlos Barbosa¹
Ruth Schmitz de Castro²

¹Instituto de Educação de Minas Gerais (IEMG-MG); Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais – CECIMIG/FAE/UFMG - e-mail: luis_dcarlos@hotmail.com

²Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais; Escola do Legislativo da Assembléia Legislativa do Estado de Minas Gerais - e-mail: schmitz@almg.gov.br

Resumo

O objetivo deste trabalho é propor uma unidade de ensino em termodinâmica a partir do tema aquecimento global, escolhido em função do crescente apelo assumido pela questão ambiental nos últimos anos, especialmente em 2007. Propõe-se abordar as interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA dentro das dimensões conceitual, procedimental e atitudinal do conteúdo. No primeiro momento, da *problematização inicial*, provoca-se o questionamento sobre o tema a partir do filme “The day after tomorrow” e registram-se as concepções prévias dos educandos. No segundo momento, da *organização do conhecimento*, conceitos científicos são desenvolvidos para instrumentalizar a reinterpretação dos fenômenos a partir dos subtemas: efeito estufa, fenômenos climáticos e trocas de calor, atividade tecnológica e aquecimento global, conseqüências do aquecimento global. No terceiro momento, da *aplicação do conhecimento*, retoma-se o tema em sua complexidade para síntese em um mapa conceitual e propostas de intervenção social são elaboradas.

Palavras chaves: Abordagem temática; Ciência, Tecnologia e Sociedade e Ambiente (CTSA); aquecimento global.

Abstract

The objective of this work is to consider a unit of education in thermodynamics from the global warming theme, chosen in function of the increasing appeals assumed by the ambient question in the last years, strengthened in 2007. It's considered to approach the interactions between Science, Technology, Society and Environment – STSE inside the dimensions conceptual, procedural and atitudinal. At the first moment, when the initial questions are produced, the students are provoked from the film "The day after tomorrow" and register their previous conceptions. At the second moment, when the knowledge is organized, scientific concepts are developed like tools to understand the phenomenon from minors themes: greenhouse effect, climate phenomena and exchanges of heat, technological activity and global warming, consequences of the global warming. At the third moment, when the knowledge is applied, the subject in its complexity is synthecized in a conceptual map and action proposals are elaborated.

Key-words: Thematic boarding; Science, Technology, Society an Environment (STSE); Global Warming.

1-Introdução

Este presente trabalho refere-se à proposta de uma unidade de ensino em termodinâmica, a partir do tema aquecimento global. Ele originou-se da necessidade de problematizar em atividades pedagógicas concretas os conceitos de termodinâmica propostos no CBC – Currículo Básico Comum pela Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais aos alunos do 1º ano do ensino médio, no ano de 2007.

A escolha pelo tema deve-se, primeiramente, à emergência e relevância social do mesmo, amplamente divulgado pelos meios de comunicação, o que por si só problematiza, gera sentido e interesse em aprender, demandando uma formalização do fenômeno e suas conseqüências no universo cognitivo dos alunos. Segundo, pela riqueza inter e transdisciplinar de conceitos da física, biologia, química, história, geografia, sociologia, antropologia, matemática, que podem ser abordados a partir do *como* a temperatura média do planeta está aumentando, do *por que* ela está aumentando e das *conseqüências* deste aumento. A escolha de ensinar a partir de um tema relevante favorece a problematização das interações CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, além de tornar possível uma tridimensionalidade do conteúdo, que não se restringe a um ensino de conceitos, mas pressupõe também a dimensão dos procedimentos do fazer científico e das atitudes frente a tais interações. Por isso, decidimos propor atividades investigativas que aproximem os alunos de tal fazer, além de proporcionar-lhes o conhecimento dos métodos utilizados pelos cientistas na investigação do aquecimento global. Confrontaremos o efeito estufa com sua intensificação a partir da atividade tecnológica humana, o que problematiza a não neutralidade da ciência e da tecnologia, além de exigir, em nível pessoal e global, atitudes para amenização das projeções mundiais apresentadas sobre o fenômeno.

Embora desejemos que a proposta do tema seja abordada multidisciplinarmente dentro da escola, decidimos construir uma unidade de ensino a partir do referencial da física. Mesmo assim, as atividades não se abstêm da necessidade de transbordar o universo dessa disciplina, principalmente no tocante à discussão das conseqüências e atitudes possíveis frente ao problema. As atividades propostas, concebidas a partir de uma abordagem temática, foram estruturadas em três momentos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

2-Objetivos

OBJETIVO GERAL

- Construir uma unidade de ensino sobre conceitos de termodinâmica a partir do tema aquecimento global, fundamentada em uma abordagem CTSA e na tridimensionalidade conceitual, procedimental e atitudinal do conteúdo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Criar uma situação de relevância e motivação para aprender conceitos de termodinâmica;
- Incentivar a construção do conhecimento a partir de questões elaboradas pelos próprios educandos;
- Desenvolver competências investigativas como análise, comparação, construção de hipóteses, elaboração de conclusões, etc;

- Estimular uma consciência ecológica frente às causas e conseqüências do aquecimento global, bem como a elaboração de atitudes em nível pessoal e global, para uma intervenção frente ao problema.

3 – Justificativa

Propor ensinar conceitos de termodinâmica a partir do tema aquecimento global apresenta relevância pedagógica, social e local.

Relevância pedagógica a partir da realidade complexa experimentada pelo educando, cujas interfaces política, econômica, geográfica, histórica e ética do tema permitem maior interação com seus sentimentos, percepções e experiências de mundo. Esta possibilidade agrega sentido e motivação para a investigação do conteúdo, cuja organização não ocorre por justaposição paralela de conceitos, como tradicionalmente é feito, mas através do isolamento de aspectos do tema, nos quais os conceitos se tornam ferramentas para sua interpretação. Assim, o fenômeno aquecimento global nesta proposta não é um apêndice, caixa complementar ou exemplo para contextualização do conteúdo, mas uma teia complexa de significados fomentadores de questionamentos.

Possui relevância social ao propor uma sistematização do fenômeno aquecimento global e discussão das controvérsias em torno de suas causas e conseqüências. Sabemos que é crescente o apelo e significado assumidos pela questão ambiental nos últimos anos, reforçados em 2007 pela divulgação do relatório do Painel Intergovernamental para Mudança Climática (IPCC). Tal repercussão tem sido amplificada pela televisão, cinema, literatura e música, algumas vezes de forma ambígua e duvidosa, sugerindo alarme e oportunismo. Esta realidade demanda da escola uma construção formal do conhecimento, papel exclusivamente exercido por ela.

Relevância local ao propor atividades concretas para o CBC – Currículo Básico Comum da disciplina de física, sugerido pela Secretaria de Educação de Estado de Minas Gerais (SEE-MG) em 2007. Organizado em torno do conceito energia, ele apresenta as habilidades a serem adquiridas pelo educando, traz orientações pedagógicas e sugestões bibliográficas ao professor, sem, contudo, propor atividades específicas para o alcance dos objetivos. Assim, centenas de professores, munidos de livros didáticos com uma organização curricular tradicional, têm encontrado dificuldades para abordar temas de caráter inter e transdisciplinar como *energia e sociedade, consumo de energia e desenvolvimento econômico de uma nação, distribuição de energia solar na terra, efeito estufa e clima na terra, etc.* Por isso, nossas atividades pretendem oferecer subsídio para o desenvolvimento do eixo temático nº2 – Transferência, transformação e conservação de energia, especialmente nos temas 2 e 3- *conservação de energia e energia térmica*, respectivamente.

4 – Revisão da literatura

Construir uma unidade de ensino de conceitos científicos a partir de um tema relevante, remete a uma discussão do que venha ser *conteúdo escolar* e uma compreensão das profundas mudanças na definição do mesmo ao longo do século XX. Carvalho (2004) argumenta que o conteúdo não está mais restrito a dimensão conceitual, mas também deve ser portador de dimensão procedimental e atitudinal. Nas palavras de Santos (2004), é importante existir não só uma educação *em* Ciência, mas uma educação *sobre* Ciência e uma educação *pela* Ciência. Millar (2003) fala da compreensão do conteúdo científico, da compreensão dos métodos de investigação usados na ciência e da compreensão da ciência como empreendimento social.

Na dimensão conceitual, há, segundo Carvalho, uma passagem da concepção do ensino de uma ciência “pura” para a concepção CTS, também conhecido por “Ciência, Tecnologia e

Sociedade”. Esse movimento surgiu em meados dos anos 60, motivado pelo início de protestos ambientais de grupos organizados em torno dos efeitos da Ciência e da Tecnologia sobre a Sociedade. Essa consciência ambiental repercutida, também, na educação, teve, como marco inicial, o livro “Primavera silenciosa” da bióloga Rachel Carson, publicado ao final dos anos 50, cuja denúncia correlaciona o desaparecimento de pássaros aos efeitos nocivos de fertilizantes químicos. Desde então, no campo educacional, delinear-se novas propostas curriculares, que tinham como elemento novo a problematização da ciência e da tecnologia, de forma crítica e não neutra, frente aos hábitos, saúde e valores da sociedade moderna.

Santos (2004) ressalta a importância de uma educação *pela* Ciência, na qual aspectos filosóficos, sociais e éticos ganham espaço para delinear um ensino mais humanista. E complementa:

A concepção CTS de ensino de Ciências aponta para um ensino que ultrapasse a meta de aprendizagem de conceitos e de teorias relacionadas a conteúdos canônicos, em direção a um ensino que tenha validade cultural, para além da validade científica. Tem como alvo, ensinar cada cidadão comum o essencial para chegar a sê-lo de fato, aproveitando a contribuição de uma educação científica e tecnológica e procurando sensibilizar para as dimensões ética e humana da Ciência. Assim, ao contrário de isolar, procura estabelecer relações entre as ciências naturais e os campos social, tecnológico, comportamental, cognitivo, ético e comunicativo. (p.77)

A segunda dimensão apresentada por Carvalho é chamada procedimental ou processual, e refere-se a uma necessidade de não mais ensinar uma ciência “fechada”, de conteúdos prontos e acabados, mas de problematizar a natureza da ciência. Diversos autores têm como consenso a necessidade de aproximar a ciência ensinada na escola da ciência dos cientistas. Isto é, possibilitar espaços para atividades investigativas, onde a vivência de procedimentos próprios do universo da ciência, como a elaboração de hipóteses e a realização de experimentos, não só contribuiriam no aprendizado *sobre* ciências, mas abririam caminhos para um processo de construção do conhecimento. Lemke¹ (1990, citado por Munford, D; 2006) defende que:

Aprender Ciência significa aprender falar ciências. (...) “Falar Ciências” significa observar, descrever, comparar, classificar, analisar, discutir, levantar hipóteses, teorizar, questionar, desafiar, argumentar, planejar experimentos, seguir procedimentos, julgar, avaliar, decidir, concluir, generalizar, relatar, escrever, expor e ensinar na e através da linguagem da ciência. Como aprendemos Ciências? Aprendemos essa linguagem de maneira bastante semelhante a qualquer outra linguagem: falando nessa linguagem com aqueles que já a dominam e empregando-a para os muitos propósitos para os quais é utilizada. (p. 62)

Por fim, a dimensão atitudinal, terceira apresentada por Carvalho (2004) refere-se a uma finalidade cultural mais ampla. Propõe a formação no educando de uma consciência tecnológica, ou seja, uma consciência das implicações pessoais, sociais, morais, econômicas e, sobretudo, ambientais do desenvolvimento tecnológico. Ela supõe que ao adquiri-la, os educandos, cidadãos em formação, terão melhores condições de participar de debates acerca de decisões que envolvam forte componente científico-tecnológico. É o chamado argumento democrático para ensinar ciências, amplamente discutido nas diretrizes curriculares mundiais e analisado por Millar (2003). Críticas foram feitas a este argumento, como Fensham² (2002, citado por Gil y Vilches, 2006) em uma sugestão de que a complexidade dos conhecimentos científicos e o elevado número de conceitos a serem ensinados, para permitir um instrumental

¹ LEMKE, J.L. *Talking Science: Language, learning, and values*. Norwood, Ablex Publishing Corporation, 1990

² FENSHAM, P.J. *De nouveaux guides pour l’alphabétisation scientifique*, em *Canadian Journal of Science, Mathematics and technology Education*, nº2,1, pp.9-24.

mínimo ao educando na tomada de decisões, tornariam esta relação entre alfabetização científico-tecnológica e participação cidadã inviável e irreal. Entretanto, Gil y Vilches (2006) lembram da importância de grupos não científicos no processo democrático para garantir o que eles chamaram de *princípio de precaução*. Isto é, há diversas tecnologias controversas como terapia gênica³, o uso da radiação em alimentos e nas comunicações, a opção pela geração de tecnologia nuclear, que apresentam malefícios e benefícios cujas investigações demandam longo prazo de estudos. Seriam, então, passíveis de julgamento ético e não apenas técnico, no qual as pessoas teriam o direito de optar pela “precaução” e ponderação no uso destas tecnologias, a despeito de seus benefícios imediatos. Diversos autores alertam para o mito da tecnocracia, ideologia de que “existe um laço automático entre técnica e soluções eticamente boas” (SANTOS, 2004) ou que é possível “solucionar os problemas sociais de modo eficiente e ideologicamente neutro” (LUJÁN⁴ et al,1996, citado por Auler e Delizoicov, 2001).

Mediante a exigência desta tridimensionalidade do conteúdo escolar, surge outra questão: como organizá-lo de forma a fazê-lo englobar estas dimensões, num universo que garanta sentido e unidade ao educando?

Uma resposta possível seria a *abordagem temática*, também denominada *abordagem por temas significativos* (Snyders⁵,1988), *temas geradores* (Freire⁶,1987), *situações-problemas* (Cachapuz⁷,1999) conforme citação de Auler (2003). A estes são atribuídos uma relevância social com aspectos científico-tecnológicos marcantes. Nesta perspectiva, os conteúdos seriam apropriados pelo educando com o objetivo de instrumentalizá-lo, para uma melhor compreensão e atuação na sociedade contemporânea. Auler (2003) ainda cita Santos (1992): metodologicamente, parte-se dos temas sociais para os conceitos científicos e, destes, retorna-se aos temas. Ou seja, os conceitos deixam de ter um fim em si mesmo para tornarem-se meios, ferramentas de compreensão de temas socialmente relevantes. Neste sentido, não é possível construir significados para os temas confinados a apenas uma disciplina. Zabala (2002) argumenta sobre mais um dos sinônimos, chamado por ele de *enfoque globalizador*:

Os conteúdos de aprendizagem oferecidos pelas diferentes disciplinas são os únicos instrumentos de que dispomos para a compreensão dessa realidade complexa. Não existe outro conhecimento que não seja aquele proporcionado pelos diferentes campos do saber. A confirmação da qualidade das diferentes disciplinas e de seu conhecimento rigoroso não nos deve levar a esquecer que as disciplinas no ensino são apenas instrumentos que adquirem seu verdadeiro significado, sua potencialidade explicativa, quando nos permitem, de forma individual ou inter-relacionada com outras, oferecerem respostas aos problemas sempre complexos que a intervenção na sociedade coloca. (p.7)

São exemplos de temas significativos: qualidade do ar e atmosfera, destino do lixo, manipulação gênica, transferência de informação e cultura moderna, radiações eletromagnéticas e saúde humana, etc.

³ Por terapia gênica se entende a transferência de material genético com o propósito de prevenir ou curar uma enfermidade qualquer. No caso de enfermidades genéticas, nas quais um gene está defeituoso ou ausente, a terapia gênica consiste em transferir a versão funcional do gene para o organismo portador da doença, de modo a reparar o defeito.

⁴ LUJÁN,J.L. et.al. *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología*. Madri: Tecnos.

⁵ SNYDERS, G. *A Alegria na Escola*. São Paulo: Manole, 1988.

⁶ FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

⁷ CACHAPUZ, A F. *Epistemologia e Ensino das Ciências no Pós-Mudança Conceptual: Análise de um Percurso de Pesquisa*. Atas do II ENPEC, Vallinhos, 1999.

Em alguns países surgiram propostas que tinham como eixo norteador esta abordagem contextualizada socialmente, que configuravam a tridimensionalidade conceitual, procedimental e atitudinal. Foram projetos como os ingleses *Salters e SISCON- Science in a Social Context*, além do norte-americano *2061*, criados na década de 80. No Brasil, já nas décadas seguintes, surgiram propostas alinhadas a esta concepção como o GREF (1998) e a APEC (2003). Elas estão afinadas com os PCN's – Parâmetros curriculares nacionais de 1997, diretrizes que englobam e incentivam todas as dimensões discutidas acima para o ensino de ciências. Elas propõem competências e habilidades a serem adquiridas pelo educando em três instâncias: *representação e comunicação, investigação e compreensão, e contextualização sócio-cultural*. Nas duas primeiras incentiva-se a aquisição de procedimentos, tal qual discutimos, no sentido de aproximar a ciência escolar da ciência dos cientistas. Na contextualização sócio-cultural, os PCN's explicitam objetivos a serem alcançados pelo educando, dentre eles:

- Entender o impacto das tecnologias associadas às ciências Naturais, na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social.
- Utilizar elementos e conhecimentos científicos e tecnológicos para diagnosticar e equacionar questões sociais e ambientais. (p.13)

5- Metodologia

Escolhemos realizar uma abordagem temática, cuja metodologia utilizada é dividida em três momentos, sistematizados por Delizoicov⁸ (1991, citado por Auler 2003).

1) Problematização inicial

Nesse primeiro momento são propostas questões para discussão, que podem ter origem no educador ou a partir dos próprios alunos. Cria-se a necessidade de ferramentas para interpretar a realidade complexa do tema, dando sentido e motivação para a aprendizagem dos conceitos científicos.

2) Organização do conhecimento

Propõem-se, neste momento, os conteúdos propriamente ditos, conceitos científicos a serem aprendidos.

3) Aplicação do conhecimento

Retomada do tema em sua complexidade, agora com a instrumentação garantida pelos conceitos desenvolvidos no 2º momento. Propostas de intervenção são elaboradas nesta etapa.

6 – A proposta

As atividades desenvolvidas ao longo da proposta estão em construção e não são apresentadas em caráter definitivo. Estão previstas 20 horas/aula para o desenvolvimento dessa proposta.

⁸ DELIZOICOV, D. Conhecimento, Tensões e Transições. Tese. São Paulo: FEUSP, 1991.

1º momento: A problematização inicial

Tabela 1 – Atividades propostas para a problematização inicial

Nº da Atividade	Descrição da Atividade	Nº de aulas
1	Exibição do filme “Um dia depois de amanhã” do diretor Roland Emmerich. Duração de 124 minutos.	2
2	a) Discussão de perguntas e registro em grupos de 4 ou 5 alunos acerca das concepções prévias dos alunos sobre o aquecimento global. b) Elaboração pelos alunos de outras questões sobre o tema, a partir da criatividade e do universo vivencial deles.	1
3	Plenária sobre as questões propostas inicialmente pelo professor e construção de um painel de investigação a ser fixado na sala de aula com as controvérsias debatidas e as novas questões elaboradas pelos alunos.	1

2º momento: A organização do conhecimento

O tema aquecimento global, por ser complexo e de múltiplas interações, será investigado a partir de quatro subtemas. São eles: *Efeito estufa: fenômeno natural e essencial, fenômenos climáticos e trocas de calor no planeta terra, a atividade tecnológica humana e sua influência no clima e as conseqüências do aquecimento global*. Optamos por registrar novamente algumas questões do painel de investigação construído no 1º momento, desta vez como guias direcionadoras para a construção dos conceitos físicos, os quais surgem duas ou mais vezes ao longo dos quatro subtemas. Não como mera repetição, mas recursivamente, isto é, tendo incorporado novidade e profundidade, ao ser abordado novamente enriquece e modifica a interpretação do tema. As atividades propostas não têm a pretensão de oferecer um texto didático completo, mas momentos problematizadores e/ou investigativos para fomentar a necessidade dos conceitos físicos.

Tabela 2 – atividades propostas para a “organização do conhecimento”

Subtema	Nº da Ativ.	Questão de investigação	Conceitos físicos abordados	Descrição da atividade	Nº de Aulas
Efeito Estufa: fenômeno natural e essencial	4	Como o calor do sol chega à Terra se para isso ele precisa atravessar um espaço que é vazio?	-fonte de calor -calor -espectro eletro magnético -transferência de calor por Irradiação	Simulação do espaço entre o sol e a terra a partir da irradiação de uma lâmpada. Apresentação de diferentes tipos de radiação do espectro eletromagnético e da definição de fonte de calor.	1
	5	Por que a atmosfera terrestre pode ser comparada a uma estufa para cultivar plantas?	- absorvidade, -refletividade -transmissividade de um corpo	Simulação de uma estufa a partir de uma caixa coberta com um vidro. Apresentação do planeta, sua atmosfera e seus percentuais de reflexão e absorção.	1

Fenômenos climáticos e trocas de calor no Planeta Terra	6	Nosso corpo é um bom sensor da temperatura ambiente, ou seja, de quando o tempo está “quente” ou “frio”?	-sensação térmica -calor -dilatação (qualitativo) -equilíbrio térmico	Sensação térmica nas mãos mergulhadas dentro de recipientes com temperaturas diferentes. Funcionamento dos termômetros de mercúrio e álcool.	1
	7	Como a temperatura ambiente é determinada a partir da energia que entra e da energia que sai do planeta?	-modelo microscópico da matéria -energia térmica - temperatura - calor	Construção de um modelo de partículas agitadas simulando a energia térmica de um corpo. Simulação computacional do balanço energético da terra.	1
	8	A superfície em que a radiação incide ser mais escura ou mais clara influencia na temperatura ambiente?	- albedo -absorvidade -refletividade -energia térmica -temperatura	Monitoramento da temperatura de duas superfícies: uma escura e outra clara sob a ação de uma lâmpada incandescente. Simulação computacional da influência do albedo na temperatura .	1
	9	A quantidade de nuvens no céu influencia a temperatura ambiente?	-absorvidade -refletividade -energia térmica -temperatura	Simulação computacional da influência do número de nuvens na temperatura ambiente	1
	10	O que faz com que os desertos apresentem altas amplitudes térmicas em um só dia?	- calor específico -caloria -efeito termoregulador da água	Investigação da amplitude térmica de um deserto. Monitoramento do aquecimento de um recipiente com água e de outro com terra.	1
	11	O que faz com que regiões próximas apresentem padrões de ventos e furacões completamente diferentes?	-dilatação -densidade -transferência de calor por convecção	Montagem com uma vela e um espiral. Aspectos físicos da formação de ventos e furacões.	2

A atividade tecnológica humana e sua influência no clima	12	A explosão demográfica após a segunda guerra mundial pode ter contribuído para o aquecimento global?	-processo de obtenção e gasto de energia e a produção de gases estufa	- Apresentação das atividades humanas e a emissão de gases estufa. Percentuais de consumo per capita. Relação entre cultura consumista e gasto energético per capita.	1
	13	A emissão de gases decorrentes das atividades humanas, em especial o CO ₂ , pode favorecer um aumento da temperatura ambiente?	- conceito de calor e temperatura na absorção dos gases estufa	Investigação de gráficos. Modelamento computacional da interação do gás estufa com a radiação infravermelha.	1
Consequências do Aquecimento global	14	Como explicar que o aumento da temperatura média da terra pode provocar derretimento das geleiras, aumento de chuvas e enfurecimento dos furacões?	- síntese de todos os conceitos físicos abordados	- Elaboração de hipóteses explicativas através de textos e desenhos	1

3º momento: Aplicação do conhecimento

Tabela 3 – Atividades propostas para a “aplicação do conhecimento”

Nº da Atividade	Descrição da Atividade	Nº de aulas
15	Construção de um mapa conceitual para uma síntese das relações aprendidas.	1
16	Retomada do painel construído no 1º momento – análise e expansão das respostas elaboradas no primeiro momento.	1
17	Debate sobre possíveis atitudes frente ao aquecimento global, tanto em nível pessoal quanto institucional e governamental.	1
18	-Confecção de uma cartilha sobre o aquecimento global utilizando recursos computacionais; -Levantamento de políticas públicas ambientais realizadas recentemente e da legislação ambiental vigente para uma possível elaboração de carta ou manifesto a autoridades competentes; -Construção de conversores de energia renovável e/ou soluções tecnológicas para captura de CO ₂ a partir de material reciclável.	2

7 - Conclusão

A unidade de ensino sobre conceitos de termodinâmica a partir do tema aquecimento global oferece uma alternativa à organização curricular tradicional por conceitos. Ela busca uma reaproximação da ciência enquanto produção cultural e do cotidiano como lugar dos problemas e dilemas reais, isto é, possibilita a criação de contextos significativos de aprendizagem, o que põe em prática a idéia de Santos (1992) em usar conceitos como instrumentos de interpretação da realidade. Combate um conhecimento neutro e asséptico normalmente expresso nas seqüências conceituais, caminhando em direção a uma construção a partir das relações CTSA, tal qual apresentada por Santos (2004). Além disso, busca uma unidade do problema a ser investigado no diálogo constante entre análise e síntese, as partes e o todo complexo.

Dentre as dificuldades encontradas para ensinar a partir de uma abordagem temática, destacamos a falta de materiais didáticos de boa qualidade para consulta, já que uma perspectiva inter e transdisciplinar, não é comumente encontrada na literatura educacional. Isso aumenta a responsabilidade do professor enquanto sistematizador do conhecimento produzido, pois muitas vezes ele precisa realizar uma transposição didática da literatura jornalística ou de divulgação científica. Também é desafiante ao educador superar uma consolidada tradição curricular, na qual os conceitos claramente definidos representam segurança na elaboração de avaliações. No ensino a partir de temas relevantes, os parâmetros a serem avaliados já não se restringem ao domínio conceitual, mas abarcam novas competências às quais o professor de ciências não está acostumado: julgamento moral, coerência lógica, argumentação baseada em evidências, capacidade comunicativa, etc. Assim, devido à complexidade e multiplicidade de relações, a abordagem temática exige maior tempo curricular que a organização conceitual do conteúdo para o ensino dos mesmos conceitos. Isso ocorre porque a primeira está envolta em uma realidade que precisa ser observada, julgada e sistematizada, exigindo constante diálogo entre o micro – questões específicas dos subtemas investigados e o macro – causas, conseqüências e questões mais amplas, relacionadas ao tema como um todo. Esse fato traz dificuldades para a maioria dos professores que, “compromissados” com a preparação dos alunos para o vestibular, precisam percorrer programas cujos tópicos se assemelham a um índice de um livro didático organizado tradicionalmente.

Mesmo assim, acreditamos que uma unidade de ensino a partir de tal tema pode responder mais plenamente aos desafios da tridimensionalidade do conteúdo escolar, contribuindo para uma educação científica mais humanista e ampla, na formação de cidadãos que interajam de forma ativa e crítica no cenário brasileiro e mundial.

Como passos futuros, pretendemos realizar a aplicação da unidade temática e avaliar a construção de competências e habilidades nas três dimensões propostas ao conteúdo. Futuras análises podem mais profundamente confirmar ou refutar os pressupostos teóricos assumidos neste trabalho. Outra ação proposta seria conhecer os referenciais teóricos e as etapas de construção presentes nos principais currículos temáticos brasileiros e mundiais, citados no texto acima. Isso possibilitaria, juntamente com a aplicação desta unidade temática, um redimensionamento de nossa proposta.

Referências

APEC – Ação e Pesquisa em ensino de Ciências. *Coleção Construindo Consciências*. São Paulo: Scipione, 2003.

AULER,D. *Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”?* Pesquisa em Educação em Ciências v. 5, n.1, p. 1-15. 2003.

AULER,D. & DELIZOICOV, D. *Alfabetização científico-tecnológica para quê?* Pesquisa em Educação em Ciências v. 3, n.1, p. 1-12. 2001.

CARVALHO, A.M.P. *Crerios estruturantes para o Ensino de Ciências*. In: Ensino de Ciências: unindo a Pesquisa e a Prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Parecer CEB número 15 de 1 jun. de 1998. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Relatora Conselheira Guiomar Namó de Mello; processo: 23001.0030. 72p.

MUNFORD, D. *Ensino de Ciências através de atividades investigativas A*. In: Apostila do Módulo 3 da Especialização em Ensino de Ciências por Investigação. Belo Horizonte, 2006. p.55-77.

GIL,D. y VILCHES,A. *Educación Ciudadana y Alfabetización científica: Mitos e Realidades*. Revista Ibero-Americana de Educación. Nº 42, pp.31-53.2006

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. *Leituras em Física*.1998. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref>>. Acesso em: 20 Jun.2007.

MILLAR, Robin. *Um currículo de Ciências voltado para a compreensão por todos* .Revista Ensaio. Vol.5, n.2, p.73-91. 2003.

SANTOS, M.E. *Educação pela Ciência e educação sobre Ciência nos manuais escolares*. In: ENCONTRO IBEROAMERICANO SOBRE INVESTIGAÇÃO BÁSICA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS,2., 2004. p. 76-89.

SANTOS, W. L. P. O Ensino de Química para Formar o Cidadão: Principais Características e Condições para a sua Implantação na Escola Secundária Brasileira. Dissertação. Campinas: Faculdade de Educação/UNICAMP, 1992.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. *CBC-Proposta curricular de física*. Centro de referência virtual do professor: disponível em <http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.htm>. Acesso em 27 jul. 2007.