

EFEITO ESTUFA: SUAS CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS PARA O PLANETA - UM ESTUDO ATRAVÉS DA TERMODINÂMICA.

Leandro Rubino¹, Deise Miranda Vianna²

¹UFRJ/Instituto de Física/Mestrado Profissional em Ensino de Física e Colégio de UFRJ/Aplicação, lerubino@yahoo.com.br

²UFRJ/Instituto de Física/deisemv@if.ufrj.br

Resumo

Descrevemos uma sequência didática para o ensino de física relacionado ao fenômeno do efeito estufa. Através de uma revisão bibliográfica feita nos principais livros didáticos do ensino médio, verificamos que o efeito estufa é tratado de forma suplementar, sem grande ênfase para um assunto importante para a vida na Terra. Ele é tratado de forma simplificada, sem explicar a física envolvida no fenômeno, necessitando portanto um aprofundamento. Destacamos no trabalho conteúdos relacionados ao tema do efeito estufa: irradiação térmica, ressonância, emissão e absorção de calor pelos corpos, de forma integrada, uma vez que esses conteúdos são abordados de forma separada, em diferentes capítulos, nos livros didáticos. Nossa pesquisa se baseou no enfoque CTS (Ciência / Tecnologia / Sociedade), apresentando atividades investigativas. Nas atividades propostas, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico, proporcionando ao aluno a reflexão, discussão, explicitação de problemas e soluções, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica (Azevedo, 2004). Com o enfoque CTS, buscamos preparar os alunos para o exercício da cidadania, através de uma abordagem dos conteúdos científicos no seu contexto social. Discutir propostas curriculares com enfoque CTS significa, portanto, discutir concepções de cidadania, modelo de sociedade, de desenvolvimento tecnológico, sempre tendo em vista a situação sócio-econômica e os aspectos culturais do nosso país (Mortimer e Santos, 2002).

Palavras-chave: efeito estufa, atividade investigativa, CTS

Introdução

O objetivo deste artigo é apresentar uma sequência didática relacionada a um tema pouco explorado no ensino médio, o efeito estufa. Através de uma pesquisa nos livros didáticos de física, verificamos que o tema só é abordado em dois dos oito livros consultados. Consideramos de suma importância a abordagem desse tema para alunos do ensino médio, uma vez que é um problema de ordem global. Vale ressaltar, que a introdução de problemas reais de ordem social, e não apenas problemas artificiais, auxiliam na formação mais completa dos estudantes.

Utilizamos em nosso trabalho atividades investigativas com enfoque CTS. Buscamos, dessa forma, desenvolver nos alunos as habilidades de compreensão,

reflexão e de tomada de decisões sobre questões que envolvam a ciência na sociedade.

Dentre as muitas possibilidades de utilização de atividades investigativas com enfoque CTS (utilização de vídeos, atividades experimentais, atividades lúdicas, etc), que inclusive serão utilizadas em nosso trabalho, a utilização de textos tem papel central no desenvolvimento de nossas atividades. Baseados em nossa experiência de sala de aula, percebemos que alguns alunos chegam ao final do Ensino Médio com as habilidades de leitura e escrita ainda precárias.

A inserção de uma atividade lúdica em nosso trabalho buscou tornar a atividade introdutória de nosso trabalho (jogo interativo) atraente para os alunos, de modo a tornar a participação dos mesmos mais ativa. Desta forma, os conteúdos vão sendo introduzidos de forma mais agradável, divertida e eficiente.

Por que estudar o efeito estufa no ensino médio?

O aquecimento global pode ser definido como o aumento da temperatura média do nosso planeta, causado pela intensificação do efeito estufa. A principal evidência desse fenômeno vem das medidas de temperatura de estações meteorológicas em todo o globo terrestre desde 1860 (Vieira e Bazzo, 2007). Outras evidências do aquecimento global são obtidas através da observação da cobertura de neve das montanhas e de áreas geladas, do aumento do nível dos mares e outros eventos relacionados ao clima.

A preocupação com o aquecimento global, um fenômeno climático que vem se intensificando cada vez mais, segundo alguns especialistas, está latente, não só no Brasil, mas também em muitos outros países do mundo. Esse fenômeno vem sendo muito explorado pelos meios de comunicação, algumas vezes de forma sensacionalista, acarretando medo e incerteza a respeito do futuro de nosso planeta.

O efeito estufa ou *greenhouse effect* é um fenômeno natural, responsável pela manutenção da temperatura da Terra que, em termos médios, se mantém hoje na faixa dos 14°C. A manutenção dessa temperatura é resultante da interação dos processos naturais de entrada de radiação eletromagnética entre o Sol e a emissão de radiação térmica do planeta Terra (Furtado, 2001). Alguns gases tais como o vapor de água, o dióxido de carbono e o metano (gases estufa) são capazes de reter energia térmica na superfície da Terra, de forma análoga aos processos ocorridos no interior de uma estufa para o cultivo de plantas.

A atmosfera terrestre é composta basicamente pelos seguintes gases, em percentual: Nitrogênio (70%), Oxigênio (21%), vapor de água (entre 0 e 4%), Argônio (0,9%), Dióxido de Carbono (0,3%), Neônio (0,002%), Hélio (0,0005%) e Metano (0,0002%). No entanto, os gases causadores do efeito estufa compõem apenas 0,1% do volume total da atmosfera terrestre e, devido a esta baixa concentração, são conhecidos como “gases-traços” da atmosfera (Furtado, 2001).

Surpreendentemente, os gases responsáveis pelo efeito estufa natural não são o nitrogênio e o oxigênio (maiores constituintes da atmosfera terrestre), e sim, o vapor de água (responsável por quase 70% do fenômeno) e o dióxido de carbono. Além do vapor de água ser o gás estufa predominante na atmosfera, ele também absorve radiação numa larga banda do espectro infravermelho. A razão pela qual

esses dois gases são denominados de gases estufa se deve ao fato de eles serem excelentes absorvedores da radiação infravermelha.

Vejamos, então, as explicações para os fatos acima supracitados.

As radiações provenientes do Sol, principalmente a ultravioleta e visível, quando chegam à Terra são absorvidas por moléculas de um material ou substância. Quando isso acontece, ocorre a excitação eletrônica destas moléculas e, conseqüentemente, elas podem começar a vibrar. O aumento da energia cinética média aumenta os movimentos de vibração, rotação e translação. E, quando as moléculas intensificam estes movimentos, emitem a radiação infravermelha. Essa radiação que é emitida pela superfície da Terra é absorvida pelos gases do efeito estufa presentes na atmosfera (CO_2 , H_2O , O_3 , CH_4 , óxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio). Com isso, essas moléculas ganham energia cinética e têm sua temperatura aumentada, provocando um fluxo de energia para o ambiente.

Essas moléculas triatômicas dos gases estufa presentes na atmosfera são eficientes na absorção de radiação infravermelha por que apresentam diferentes modos de vibração em resposta à radiação térmica (Hobson, 1998). Ou seja, essas moléculas são capazes de entrar em ressonância com diferentes valores de frequência da radiação infravermelha, enquanto as moléculas diatômicas do N_2 e do O_2 possuem apenas um modo de vibração possível.

Segundo o PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002), é papel da Física fazer com que os estudantes sejam capazes de compreender e emitir juízos próprios sobre notícias com temas relativos à ciência e tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias, de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara. Por exemplo, enviar um e-mail contra-argumentando uma notícia sobre as vantagens da expansão da geração termoelétrica brasileira. Argumentar claramente sobre seus pontos de vista, apresentando razões e justificativas claras e consistentes.

As orientações curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), se manifestam da seguinte maneira, em relação aos objetivos do ensino de Física:

Assim, o que a Física deve buscar no ensino médio é assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo em que se habita. Não apenas de forma pragmática, como aplicação imediata, mas expandindo a compreensão do mundo, a fim de propor novas questões e, talvez, encontrar soluções. Ao se ensinar Física devem-se estimular as perguntas e não somente dar respostas a situações idealizadas.

A partir dos argumentos supracitados, entendemos que a introdução do tema efeito estufa no ensino médio é de grande relevância para a formação dos estudantes.

Por que atividades investigativas com enfoque CTS ?

Numa proposta de ensino por investigação, é essencial que o professor apresente aos alunos problemas abertos como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos. Não estamos nos referindo aos problemas operativos (aqueles repetitivos dos livros didáticos), e sim a problemas mais próximos da realidade dos trabalhos científicos.

Conforme Moreira (1983), citado por Carvalho (1999), a resolução de problemas que leva a uma investigação deve estar pautada na ação do aluno. O trabalho do aluno não deve se limitar somente ao trabalho de observação e manipulação de dados, ela deve, além disso, conter as características de um trabalho científico, tais como: discussão, reflexão e explicação dos fatos e fenômenos estudados. Ou seja, deve haver uma mudança na postura do aluno. Este deixa de ser apenas um observador das aulas e passa a ter grande influência sobre ela, precisando interferir, argumentar, questionar, fazer parte da construção do seu conhecimento.

Esta atividade de investigação proposta aos alunos deve fazer sentido para eles, de modo que possam entender o porquê de estarem investigando tal problema. Segundo Azevedo (2004), a situação problemática deve ser interessante para o aluno, e de preferência envolver a relação Ciência/Tecnologia/Sociedade.

O papel do professor em uma atividade investigativa também é diferenciado em relação a uma aula puramente expositiva. Muito mais do que saber o conteúdo que está ensinando, o professor deve ter uma postura questionadora, argumentativa, deve saber conduzir perguntas e estimular a argumentação dos alunos. O professor deve estar atento às respostas dos alunos, valorizando as respostas corretas, questionando as erradas, sem excluir do processo o aluno que errou, pois nem sempre a resposta do professor será a melhor ou mesmo a única.

Entre as propostas que apresentam possibilidades de abordar aspectos da temática ambiental em processos educacionais relacionados com o ensino de física, destacamos uma que, de modo especial, relaciona-se, direta ou indiretamente, com a avaliação dos riscos e benefícios locais e globais da aplicação da Ciência e da Tecnologia e com a crítica sistematizada aos padrões de produção social. Trata-se dos trabalhos desenvolvidos a partir da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Silva e Carvalho (2007) defendem ainda que na perspectiva dessa linha, um dos principais objetivos da abordagem CTS está na necessidade de formar cidadãos mais bem informados e capacitados para lidar com as implicações sociais da Ciência e da Tecnologia.

Pesquisa em livros didáticos

Foi feito um levantamento nos livros didáticos a respeito da inclusão e tipo de abordagem do tema efeito estufa no ensino médio. Somente os livros dos autores Amaldi (1995) e Ramalho, Nicolau e Toledo (2007) abordam o tema efeito estufa em seus capítulos de transferência de calor. Essas abordagens são feitas de forma superficial, sem explicar, de fato, a física envolvida no problema. Os demais livros, dos autores: GASPAR (2000); PARANÁ (1998); GUIMARÃES e FONTE BOA, M (2006); GREF (1991); MÁXIMO e ALVARENGA (2008), não abordam o tema em seus livros.

O efeito estufa na sala de aula

A proposta de aplicação prática do trabalho em sala de aula foi estruturada em unidades, com objetivos diferentes para cada uma.

Este trabalho pode ser aplicado em turmas da 1^o ou da 2^o série do ensino médio, dependendo da divisão curricular da escola.

Desenvolvimento da unidade 1:

1.1 - Problema inicial : O que é o aquecimento global?

1.2 - Ao final do jogo, os grupos deverão responder as seguintes perguntas:

- 1) Quais são as causas e as consequências do aquecimento global para o planeta Terra e seus habitantes?
- 2) O que é o efeito estufa?
- 3) Existe alguma relação entre o aquecimento global e o efeito estufa? Justifique a sua resposta.
- 4) E se não houvesse o efeito estufa, como seria a vida na Terra?

Texto 1: Aquecimento global estimula guerras na África, diz o estudo

RICARDO BONALUME NETO da Folha de S. Paulo

O texto mostra que o aquecimento global, além de poder causar declínio na produção de alimentos e aumento no nível do mar, pode também estimular guerras, uma vez que historicamente as guerras civis têm ocorrido em anos quentes. O texto mostra também que os conflitos estão intimamente relacionados com a crise econômica e na África as economias estão diretamente ligadas à produtividade agrícola, ou seja, economia e produção agrícola estão diretamente correlacionadas.

Texto 2: Crise reduz emissão de gás-estufa

Folha de São Paulo, 21 de setembro de 2009
DO "FINANCIAL TIMES".

O texto mostra que a desaceleração da produção industrial é um dos fatores responsáveis pela diminuição das emissões de CO₂, e que a crise econômica criou uma oportunidade única para afastar o mundo do padrão de crescimento altamente baseado no uso do carbono.

Desenvolvimento da unidade 2:

A unidade 2 introduz a questão da irradiação térmica, através de perguntas investigativas, questões abertas, vídeos retirados da internet e texto de apoio. Buscamos com essas atividades uma participação ativa dos alunos na construção do conceito de irradiação térmica.

2.1 - A partir da leitura do texto 3 – Como consertar o clima – cada grupo deverá responder às seguintes perguntas:

- 1) O efeito estufa é o culpado pelo aquecimento global. A afirmação é verdadeira ou falsa? Justifique a sua resposta.
- 2) Como a energia do Sol chega à Terra? Os processos de transferência do calor da condução e da convecção dão conta de explicar esse fenômeno?

Texto 3: Como consertar o clima (adaptado)

O texto ressalta a importância dos gases estufa para a vida na Terra. Afirma também, que há a necessidade de reestruturação da matriz energética mundial para conter o aquecimento global causado, principalmente, pela emissão de CO₂ por indústrias, veículos automotivos e usinas termoeletricas.

2.2 - Questão aberta: O professor provocará seus alunos: O que acontecerá com a temperatura da sala de aula se eu desligar o ar condicionado e mantiver a porta e as janelas fechadas?

2.3 - Apresentação dos vídeos abaixo retirados do You Tube sobre infravermelho:

- Infrared man whole body (http://www.youtube.com/watch?v=Ou2_tPONF0Y)
- Night vision: câmera de visão noturna (http://www.youtube.com/watch?v=MO4-wa_e1Wg)

2.4 - Questão sobre o vídeo: Como é possível captar o calor emitido pelos corpos? Por que não enxergamos essa radiação térmica?

Desenvolvimento da unidade 3:

A unidade 3 introduz uma atividade experimental. Os alunos irão construir um coletor solar; fazer a coleta de dados para responder a um questionário e preparar um relatório. Os objetivos dessas atividades são: aprimorar a habilidade de observação e de coleta de dados; fazer a correlação do experimento com o tema principal de estudo e aprender a fazer um relatório em um formato mais científico.



Figura 1: Coletor solar

3.1 – Material necessário para a atividade:

- 2 caixas de papelão de mesmo tamanho (sem tampa);
- papel filme para tampar as caixas;
- tinta preta ou cartolina preta para cobrir o interior de uma das caixas;
- Tinta branca ou cartolina branca para cobrir o interior da outra caixa;
- dois termômetros para medir a temperatura do interior das caixas;
- duas folhas de papel milimetrado.

3.2 – Relatório: Os alunos deverão construir dois gráficos em papel milimetrado, que relacionam as variáveis Temperatura versus Tempo, em um período de 25 minutos, anotando as temperaturas de cinco em cinco minutos. Além disso, deverão responder as seguintes perguntas:

- 1) Em intervalos de tempos iguais, qual das caixas atinge maior temperatura?
- 2) Que papel você atribui à cor das caixas?
- 3) Em um dia de sol forte, o que é mais confortável: a utilização de roupas de cor clara ou escura? Justifique a sua resposta.
- 4) Qual é a função do papel filme no experimento?
- 5) Explique o funcionamento de uma estufa de plantas.

Desenvolvimento da unidade 4:

A unidade 4 retoma o problema do efeito estufa, com uma pergunta aberta, que tem por objetivo aprofundar a questão da emissão e da absorção de calor pelos corpos, iniciada na unidade anterior. Dessa forma, pode-se calcular a temperatura média da Terra, na ausência do efeito estufa, utilizando a equação de Stefan-Boltzmann.

A proposta, nessa etapa, é de desenvolver as equações matemáticas junto com os alunos.

Lei de Stefan – Boltzmann: $R_e = A \cdot \sigma \cdot T^4$, Onde R_e = radiação energética total emitida, A = área corpo e $\sigma = 5,68 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ (constante de Stefan – Boltzmann).

No equilíbrio térmico, a potência irradiada ou emitida por um objeto é igual à potência que ele absorve, na forma de radiação, dos objetos vizinhos.

Radiação total emitida pelo Sol:

$$R_{\text{Sol}} = A_{\text{Sol}} \cdot \sigma \cdot T_{\text{Sol}}^4, \text{ onde } A_{\text{Sol}} = 4 \cdot \pi \cdot R_S^2 \text{ (} R_S \text{ = raio do Sol).}$$

Radiação total absorvida pela Terra:

$R_{\text{abs. Terra}} = R_{\text{Sol}} \cdot (1/4 \cdot \pi \cdot D^2) \cdot A_{\text{Terra}} \cdot 0,85$, onde A_{Terra} (disco) = $\pi \cdot R_T^2$ (R_T = raio da Terra), D = distância do Sol a Terra e 0,85 (85%) é o percentual aproximado da radiação que incide na superfície da Terra.

Radiação total emitida pela Terra:

$$R_{\text{emit. Terra}} = A_{\text{Terra}} \cdot \sigma \cdot T_{\text{Terra}}^4, \text{ onde } A_{\text{Terra}} \text{ (esfera) = } 4 \cdot \pi \cdot R_T^2 \text{ (} R_T \text{ = raio da Terra).}$$

No equilíbrio térmico, $R_{\text{emit. Terra}} = R_{\text{abs. Terra}}$

$$T_{\text{Terra}} = (1/2) \cdot T_{\text{Sol}} \cdot (2 \cdot R_{\text{Sol}} / D)^{1/2}$$

$$T_{\text{Terra}} \sim 253 \text{ K} \sim -20^\circ \text{ C}$$

Portanto, caso não houvesse o efeito estufa, a temperatura média global da Terra seria da ordem de -20°C . Estima-se que o efeito estufa que ocorre naturalmente é responsável pelo aquecimento da Terra em cerca de aproximadamente 33°C .

4.1 - Questão aberta: E se não houvesse efeito estufa na Terra? Somos capazes de determinar a temperatura superficial da Terra nessa condição?

Desenvolvimento da unidade 5:

A unidade 5 aborda a questão fundamental para o entendimento do efeito estufa, com uma questão aberta. Posteriormente, será introduzido o estudo da

ressonância, com a utilização de um vídeo da Internet, que explica o motivo pelo qual os gases estufa recebem essa denominação.

5.1 – Questão aberta: Por que os gases do efeito estufa recebem essa denominação?

5.2 - Apresentação do vídeo “queda da ponte de Tacoma”, encontrado em (<http://www.youtube.com/watch?v=5E7T4AIYpNg>), para introduzir os conceitos de frequência natural, vibração forçada e ressonância.

Desenvolvimento da unidade 6:

Na unidade 6, será proposta uma avaliação final das atividades em forma de debate. Os alunos terão acesso a um texto de apoio que traz informações sobre os fóruns internacionais relacionados ao aquecimento global (Eco-92, Protocolo de Kyoto e Conferência de Copenhague), além das informações do último relatório do IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas). Os objetivos dessa unidade são: avaliar a capacidade de argumentação dos alunos na defesa de seus conceitos, além da coerência dos mesmos.

6.1 – A turma é dividida em dois grupos. Um grupo defende os interesses econômicos dos países desenvolvidos, ou seja, países altamente industrializados que são responsáveis pela maior parte das emissões dos gases estufa no mundo. O outro grupo defende a posição dos países que efetivamente se preocupam com o aquecimento global. O júri poderá ser composto por professores de outras disciplinas, além do professor de física.

Conclusões:

Verificamos através de uma revisão bibliográfica que o tema efeito estufa, quando é abordado, é feito de forma muito superficial, sem que se expliquem de fato as suas causas.

Procuramos apresentar, neste trabalho, uma proposta de inserção do tema efeito estufa no ensino médio, através de questões investigativas em uma proposta CTS. Buscamos, dessa forma, desenvolver outras habilidades nos estudantes, tais como: argumentação, reflexão, melhora na leitura e interpretação de textos, capacidade de posicionamento em relação a problemas da sociedade. Para isso, o professor deverá usar o livro didático adotado em sua escola como um manual de consulta, ou seja, fazer um ir e vir nos capítulos do livro de acordo com a necessidade e desenvolvimento do tema.

Referências

- AMALDI, U. – Imagens da Física. Ed. Scipione, 1995.
- AZEVEDO, M.C.P.S., Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A.M.P. (org.) Ensino de Ciências. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, (2004).
- BRASIL. PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- BRASIL. Orientações curriculares para o ensino médio. Secretaria de Educação Básica. Brasília: MEC, 2006.
- CARVALHO, A.M.P.; SANTOS, E.I.S.; AZEVEDO, M.C.P.S.; DATE, M.P.S; FUJII, S.R.S.; NASCIMENTO, V.B.; Termodinâmica: um ensino por investigação. USP - Faculdade de Educação, 1999.
- FURTADO, C.H.F (2001); Monitoramento de gases causadores do efeito estufa em reservatórios de usinas hidroelétricas., UNICAMP – Instituto de Química - Dissertação de mestrado.
- GASPAR, A. – Física: ondas, óptica, termologia. Volume 2. Ed. Ática, 2000
- REF – Física 2: Física térmica, óptica. EDUSP, 1991.
- GUIMARÃES, L. A.; FONTE BOA, M. C. – Física: Termologia e óptica. 2º ed. Niterói, RJ: Galera Hiperídia, 2006.
- HOBSON, A., Physics: Concepts and Connections; 2nd ed., 1998.
- MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. – Física volume único. Ed. Scipione, 2008.
- MORTIMER, E.F.; SANTOS, W.L.P.S.; Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C – T – S (Ciência Tecnologia – Sociedade). No contexto da educação brasileira. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, volume 2, nº2, dezembro de 2002.
- PARANÁ – Termologia, óptica, ondulatória. Volume 2. Ed. Ática, 6º edição, 1998.
- RAMALHO, NICOLAU e TOLEDO – Os Fundamentos da Física 2 – Termologia, Óptica, ondas. Ed. Moderna, 2007.
- SILVA, L. F. e CARVALHO, L.M.; A temática ambiental e o processo educativo: O ensino de física a partir de temas controversos. Ciência e Ensino, vol.1, número especial, novembro de 2007.
- VIEIRA, K.R.C.F.; BAZZO, W.A.; Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. Ciência e Ensino, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

Vídeos retirados do YOU TUBE:

Infrared man whole body (http://www.youtube.com/watch?v=Ou2_tPONFOY), acessado em 10/11/2009.

Night vision: câmera de visão noturna (http://www.youtube.com/watch?v=MO4-wa_e1Wg), acessado em 10/09/2009.

Queda da ponte de Tacoma (<http://www.youtube.com/watch?v=5E7T4AIYpNg>) acessado em 10/01/2010.

Textos complementares:

Como consertar o clima – Gary Stix (Scientific American Brasil, janeiro 2006, págs. 26 a 29).

Aquecimento global estimula guerras na África, diz o estudo

RICARDO BONALUME NETO da Folha de S. Paulo

(<http://www1.folha.uol.com.br/folha/ambiente/ult10007u660747.shtml>)

Acessado em 06/12/2009

Crise reduz emissão de gás-estufa

Folha de São Paulo, 21 de setembro de 2009

DO “FINANCIAL TIMES”.