



## Pesquisando com alunos do ensino médio o papel do protetor solar: Aspectos CTSA na Educação em Química

Monteiro, P. C.<sup>a</sup>, Neves da Silva, J. R.<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidad Tecnológica Federal de Paraná

<sup>b</sup>Universidade Federal de Itajubá

### ARTICLE INFO

**Recebido:** 8 de outubro de 2015

**Aceito:** 29 de outubro de 2015

**Palavras chave:**

Educação em Química.

CTSA.

Protetores solares

**E-mail:**

cavalcante\_paula@hotmail.com.

jricardo.fisica@unifei.edu.br

ISSN 2007-9842

© 2015 Institute of Science Education.

All rights reserved

### ABSTRACT

In this work, we present the description and analysis of chemistry teaching process carried out with students from first year of high school to a public school in the State of Paraná-Brazil. From the ideas contained in the benchmarks that uphold in STSE perspective Science-Technology-Society-Environment, It was developed an interdisciplinary activity aimed at the first moment the approach to the subject: The ozone layer. Started by simple and compound substances content, whereas in sunscreens have in their composition these types of substances. Shortly, after the demonstration was held the description of ultraviolet light absorption by the sun protection factors 4, 8, 15, 30, 50. With this, it was possible to develop a discussion on socio-scientific aspects of the use of this product together with the students, as one of the activities was the search for sunscreen lotion prices at different times of the year and the ills caused the non-use of sunscreens during sun exposure. The information analyzed were obtained from recordings of the discussions in class, and of the work carried out by students in the discipline. With the methodological support of the discursive textual analysis, it was possible to observe and detail the process of forming an understanding, on the part of the students, the chemical content involved, in addition to the aspects concerning the cost x benefit ratio and the industry's role in buying and selling of sunscreens.

Neste trabalho apresentamos a descrição e análise de um processo de ensino de química realizados com alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública do estado do Paraná – Brasil. A partir das ideias contidas nos referenciais que se pautam na perspectiva CTSA, foi desenvolvida uma atividade que visava a descrição e demonstração da absorção da luz ultravioleta pelos diversos fatores de proteção solar e, com isso, foi possível desenvolver uma discussão sobre os aspectos Sócio Científicos do uso deste produto juntamente com os alunos. As atividades foram realizadas durante um mês nas aulas de química e se utilizaram de uma demonstração experimental da absorção da luz ultravioleta pelos diversos fatores de proteção solar, exibição de um desenho animado que tratava do tema e posterior discussão dos aspectos envolvidos na atividade. As informações analisadas foram obtidas a partir de gravações das discussões em aula e dos trabalhos realizados pelos alunos na disciplina. Com o apoio metodológico da Análise Textual Discursiva, foi possível observar e detalhar o processo de formação de uma compreensão, por parte dos alunos, do conteúdo químico envolvido, além dos aspectos referentes à relação custo x benefício e o papel da indústria na compra e venda de protetores solares.

### I. INTRODUÇÃO

Este trabalho é resultado de uma investigação realizada com alunos da primeira série do Ensino Médio (EM), de uma escola estadual localizada na cidade de Maringá-PR. A escolha do tema “O papel do protetor solar” se deve ao vínculo entre Educação Ambiental (EA) e o Ensino de Química, uma vez que as atividades foram desenvolvidas em várias

etapas para a participação no evento FERA COMCIÊNCIA que era realizado anualmente no estado do Paraná, que no presente ano teve como tema CULTURA E TECNOLOGIA NA PRESERVAÇÃO AMBIENTAL.

Nessa questão, um dos pontos importantes de serem defendidos é a relação da educação em ciências – mais especificamente em Química, neste caso – com as demandas sociais e ambientais de nossa época, assim como com a conscientização dos estudantes para a pertinência de se conhecer esta relação. Nesse sentido, o que se buscou com esses alunos foi o desenvolvimento de uma atividade a partir da qual eles pudessem compreender as questões ambientais, sociais e científicas presentes no estudo do tema “Protetores Solares”.

Cientificamente sabe-se que o sol emite energia para a terra em forma de radiação que podem ser dos tipos UV-A, UV-B e UV-C. Porém, com a diminuição da camada de ozônio ocorrida nas últimas décadas, principalmente pela emissão de gases poluentes lançados na atmosfera por indústrias, as pessoas estão mais sujeitas a receber essas radiações uma vez que a camada de ozônio, que nos protege dos raios ultravioleta, tem ocasionado nos últimos anos um aumento no número de pessoas com câncer de pele.

A diminuição da camada de ozônio é um fato que tem preocupado os pesquisadores nos últimos tempos, fato divulgado por jornais escritos e televisivos, revistas, internet e outros meios de comunicação. Algumas notícias são alarmantes outras mais contidas, mesmo porque os fatores que acarretaram essa diminuição na camada de ozônio também não constituem consenso entre os pesquisadores. No entanto, as pessoas precisam compreender que precisamos nos proteger do sol todo o dia e hora, uma vez que ainda prevalece no nosso país a cultura de usar protetor solar somente no verão e quando se vai à praia.

Em um país tropical, o uso de protetores solares tem papel fundamental na preservação da saúde, visto que os números de pessoas com câncer de pele aumentam a cada ano, pois “trabalhos mais recentes sobre epidermologia demonstram que eventuais superexposições ao sol e queimaduras podem ser mais significativas do que a exposição contínua e o bronzamento” (Costa e Silva, 1995, p. 12).

Acredita-se que um trabalho de educação científica pode abordar estes problemas indicando, no caso do tema escolhido, uma forma de investigar com os alunos a importância do uso do protetor solar, assim como os fatores mercadológicos e sociais envolvidos no seu consumo. Por esta razão foram propostas atividades com a finalidade desenvolver uma experiência didática com alunos do Ensino Médio para o entendimento da ação dos protetores solares, assim como o significado do fator de proteção apresentado por estes. Problematicamos o tema da seguinte maneira: Os alunos usam protetor solar? Quando usam? Conhecem o significado da sigla FPS?

O trabalho, que teve duração de dois meses, contou com vários recursos para que pudesse ser proporcionado aos alunos um completo entendimento tanto sobre os FPS quanto à importância do uso dos protetores. Entre esses recursos estão à pesquisa feita pelos alunos, a apresentação de vídeos e a elaboração de trabalhos de conclusão dos estudos. Desse modo, os alunos puderam assumir alguma atitude diante de “temas científicos” abordados no desenho animado apresentado a eles, e discuti-los com colegas da sala. É inegável que o uso da TV ajuda a formar uma concepção de Ciência que pode aproximá-lo ou afastá-lo do real processo de produção científica. Tal concepção pode ser importante na escolha de sua futura profissão.

Vale lembrar que esses desenhos não se enquadram no gênero educativo, pois os temas apresentados pelos personagens não são discutidos ou detalhados, porém as crianças e jovens acabam por assimilar determinadas palavras ou conceitos que aparecem nos desenhos, desta forma acabam aprendendo algo. (Mesquita, 2008).

Com este panorama, portanto, pôde ser realizado com os alunos um trabalho completo, que culminou com uma feira de ciências no referido colégio, elaborada pelos próprios alunos, na qual estes apresentaram seus trabalhos de conclusão.

## II. O MOVIMENTO CTSA E SUA RELAÇÃO COM O ENSINO DE CIÊNCIAS

O movimento CTSA é o resultado de uma série de compreensões sobre a Ciência e sua função na sociedade iniciadas a partir do fim da segunda guerra mundial. Nesse período da história, o mundo viu o desenvolvimento científico trazer

resultados muito bons e ao mesmo tempo muito ruins para a sociedade, sendo usado com fins armamentistas e de destruição, por exemplo, o que levou alguns teóricos a questionarem a validade do desenvolvimento científico e tecnológico no âmbito das relações sociais e humanas, como dito, por exemplo, por Lopes (2012):

“Nos últimos anos do século XX, o mundo sofreu grandes e rápidas mudanças que alteraram o modo de agir e de pensar da sociedade. Essas mudanças vão além de aspectos físicos ou naturais e fazem parte de novas realidades sociais, econômicas, políticas, filosóficas, científicas entre outras instâncias. Nesse cenário, nos países capitalistas centrais, foram iniciadas discussões e reflexões sobre o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico que não conduziam, necessariamente e de forma linear, ao desenvolvimento social. Além disso, a conexão do desenvolvimento científico-tecnológico aos vários desastres ecológicos e com a produção de armas de guerra, possibilitou um olhar crítico sobre os modos de desenvolvimento e ação da Ciência e Tecnologia (CT)” (Lopes, 2011, p. 12).

A partir desses domínios compreensivos da ciência e tecnologia, surge um movimento que defende que a educação científica das pessoas deve ser pensada na perspectiva de proporcionar um conhecimento da ciência que se relacione com o conhecimento das influências da mesma para o mundo social e ambiental das pessoas que interagem com o produto dessa ciência, ou seja, se defendia que a educação científica não se baseasse apenas em conteúdos científicos, mas também na formação de um cidadão que compreendesse o conhecimento científico de forma a participar das decisões sociais que evoluíssem o uso ou desuso das ciências (Alves, Mion, & Carvalho, 2007). Em resumo:

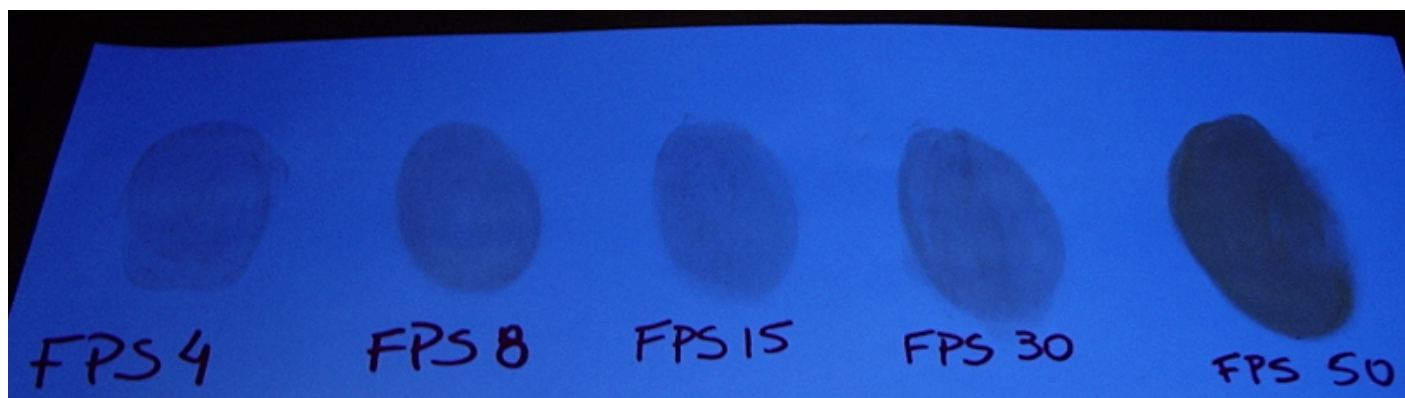
“Este movimento coloca em questão a própria ciência e sua função social, assim como o reconhecimento da importância da formação científica e tecnológica para os cidadãos participarem nas decisões que permeiam a sociedade. O movimento CTSA representa uma tentativa pós-positivista de mudança no *status quo* e também de inserção da sociedade em aspectos que até então eram restritos à comunidade científica” (Aikenhead, 2003, apud Lopes, 2011, p. 13).

Então, com isso, surgem uma série de trabalhos que se propõem a compreender como se daria, metodologicamente, o ensino de Ciências em uma perspectiva CTSA de forma que fossem contemplados os elementos apontados como necessários nessa discussão. Dessas propostas surgem os elementos das questões sociocientíficas que são questões – ou temas – de caráter aberto e que abrangem, além de um conteúdo científico, também a possibilidade de debate de todos os seus implicantes na vida em sociedade. (Ratcliffe & Grace, 2003); (Pedretti, 2003); (Zeidler & Keefer, 2003). Neste trabalho, nos fundamentamos nesta perspectiva para a análise das questões que envolvem a discussão com alunos sobre o papel da Ciência e da tecnologia envolvidas na produção, venda e consumo de protetores solares, pois entendemos que esta é uma questão que envolve a Ciência e a tecnologia em profunda relação com os fatores sociais e econômicos que afetam a sociedade, principalmente nos países tropicais, como o Brasil.

### **III. OS ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS: O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO COM OS ALUNOS E ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES**

Nossa abordagem de pesquisa foi qualitativa e realizada em conjunto com 26 alunos da primeira série do EM, sendo executada em sala de aula a partir da problematização apresentada. Os alunos foram levados a pesquisar com membros de suas famílias e amigos quanto ao uso do protetor. Esta pesquisa foi conduzida por um roteiro feito pelo professor e continha questionamentos sobre a frequência do uso, assim como o fator de proteção utilizado. Após essa etapa foi realizada uma aula expositiva na qual se explicou o significado da sigla FPS (fator de proteção solar) bem como as porcentagens de absorção dos raios UV. Então, foi desenvolvida a montagem e demonstração de um experimento que possibilitou a visualização do efeito dos fatores de proteção.

Este experimento consistiu em uma lâmpada de luz negra acoplada a uma luminária de mesa e uma folha de papel sulfite branco na qual foram passados protetores solares em creme com FPS 4, 8, 15, 30 e 50 e colocada sob a irradiação da luz ultravioleta. Assim os alunos puderam comparar a quantidade de radiação absorvida pelos diferentes fatores de proteção. As imagens do experimento são mostradas na Figura 1.



**FIGURA I.** Fotografia feita por um aluno da absorção de radiação ultravioleta por protetores solares de diversos FPS.

Posteriormente os alunos fizeram uma pesquisa de preço de protetores solares de diferentes FPS e marcas em folhetos de diversos mercados e pela internet. Essa atividade foi considerada de extrema importância do ponto de vista das questões CTSA, pois representam a oportunidade de os alunos compreenderem as questões mercadológicas que fazem com que o protetor solar seja um produto de acesso restrito no Brasil, por conta de seu alto valor de venda. Nesse contexto, os alunos puderam discutir e responder às seguintes questões:

- 1.) Existe um protetor solar que nos protege 100% dos raios solares?
- 2.) De acordo com sua observação do experimento e da pesquisa de preço, qual fator de proteção solar você acha recomendável utilizar?

Para que pudessem desenvolver um texto de conclusão do trabalho, que foi apresentado em uma feira de Ciências na própria escola, os alunos fizeram uma pesquisa, buscando respostas para as seguintes questões:

1. O que é camada de ozônio?
2. Qual é a sua finalidade?
3. Quais os fatores que tem ocasionado à diminuição da camada de ozônio?
4. O que são raios UVA e UVB?
5. Quais os principais tipos de câncer de pele?
6. Como funciona uma câmara de bronzeamento artificial?
7. Quais os cuidados que se deve tomar com esse tipo de procedimento?
8. Quais os cuidados que devemos tomar com roupas e guarda-sóis durante a exposição ao sol?

#### **IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O que tratamos como resultados desse trabalho são as respostas dos alunos aos questionários realizados e a análise dos trabalhos apresentados por eles na feira de Ciências da escola. Categorizamos as respostas dos alunos segundo a metodologia da Análise Textual Discursiva, que pode ser entendida como um processo de construção de compreensão por meio das seguintes etapas: desconstrução, unitarização e categorização de textos; para que pudessemos obter uma série de conclusões sobre os efeitos da atividade no que se refere a dois planos possíveis:

- a) A formação de conceitos sobre FPS e absorção de radiação.
- b) O desenvolvimento da relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente pelo aluno que participa da atividade.

A discussão, com os alunos, do primeiro questionário, com o qual eles entrevistaram membros de suas famílias sobre a frequência com que usam protetor solar apresentou resultados que mostram que a maioria das pessoas fazem uso deste somente no verão, quando vão à praia. Esta característica se deve ao fato de que as pessoas associam o

inverno com o fato de o sol estar mais afastado da Terra e, assim, acham que não sofrerão prejuízos à pele. Estes resultados foram discutidos em sala de aula e pôde-se esclarecer os erros apresentados por esta visão e então formar nos alunos a ideia de que o protetor solar tem que ser usado em todas as estações do ano, uma vez que o sol continua a emitir raios UV mesmo no inverno. Alguns exemplos de trechos das respostas e das apresentações dos alunos, assim como alguns diálogos desses com a professora e que explicitam essa ideia são:

**UA1: Discussão sobre a incidência de radiação ultravioleta e intensidade da luz solar.**

**Aluno 2:** “Minha mãe disse que só se usa protetor solar quando vamos sair no sol muito forte”.

**Professora:** “Mas porque com o sol forte? ”.

**Aluno 2:** “Porque tem mais raios ultravioleta”.

**Professora:** “Mas a radiação ultravioleta está presente na luz solar em qualquer intensidade, não é porque está nublado, por exemplo, que a luz não chega em nós”.

**UA2: Exposição do aluno 1 sobre o custo do protetor solar:**

**Aluno 1:** “O protetor solar mais caro que eu achei foi um fator 75, que era o dobro do preço do 30. Mas dizem que o fator 30 é o melhor”.

**Professora:** “O 30 é o melhor mesmo? Porque que existem vários fatores? ”.

**Aluno 1:** “Porque um absorve mais raios ultravioleta que os outros. O que absorve mais é mais caro”.

**Professora:** “Isso é o que nós vamos ver com esta experiência”.

Evidentemente, esses são exemplos de situação de discussão e discurso dos alunos sobre os assuntos que foram importantes nessa primeira etapa do processo. As respostas trazidas pelos alunos dos questionários forneceram subsídios para uma série de discussões acerca do processo de venda e situações de uso dos protetores solares. Outras conclusões que foram alcançadas pelos alunos nessa mesma etapa são pontuadas a seguir:

- O uso de protetores solares é importante no verão e no inverno, pois a intensidade da radiação ultravioleta não depende do sol estar “forte” ou “fraco”.
- O Sol está mais afastado da Terra no inverno e isso não significa que o protetor solar seja desnecessário.
- O protetor solar é responsável pela absorção da parte ultravioleta da radiação que vem do Sol.
- As pessoas usam protetor solar apenas em dias de sol “forte” e essa não é uma boa prática.

A etapa 2, ou seja, a realização do experimento juntamente com a exibição do desenho animado, tiveram como resultados os seguintes fatos: A experiência serviu para mostrar aos alunos que quanto maior os fatores de proteção dos protetores, maiores quantidades de radiação serão absorvidas, mas isso cresce proporcionalmente até o FPS 15. Após isto, a quantidade de radiação absorvida torna-se pequena relativamente ao FPS. Por exemplo, o FPS 30 absorve X% da radiação incidente, enquanto o FPS 60 tem uma absorção de Y%, mas Y não é o dobro de X. Estes números podem ser observados na Tabela I abaixo, na qual são mostrados os FPS e a quantidade de radiação absorvida por estes.

**TABELA I.** Fatores de proteção solar e suas respectivas quantidades de radiação absorvida.

FPS	% de UV absorvido
2	50
4	70
8	87,5
15	93,3
30	96,7
50	98

A pesquisa final apresentada pelos alunos na forma de painéis apresentados na feira de ciências foi à etapa final do processo de ensino desse tema e foi realizado para que pudéssemos empreender uma análise das conclusões que os alunos puderam apresentar sobre todo o processo vivido por eles.

Alguns trechos dos painéis e das apresentações dos alunos são descritos abaixo com o objetivo de compreensão da análise que foi empreendida.

**TABELA II.** Descrição e comentário de exemplos de unidades de análise das apresentações finais dos alunos.

Unidade de análise	Interpretação
<b>Alunos 3:</b> ...aqui vocês podem ver todos os protetores solares e os preços deles e aqui vocês podem ver a figura dos protetores absorvendo radiação. Aqui nessa tabela a gente vê que o 15 já absorve metade da radiação. Então, ele é o mais barato e já absorve bastante...	O aluno já compreende a relação custo benefício dos protetores solares a partir dos dados apresentados em tabelas e pela interpretação da experiência realizada na feira de ciências.
<b>Aluno 2:</b> Porque a gente não pode receber raios ultravioleta em exagero na pele porque dá câncer...por isso que bronzeamento artificial é perigoso, olha na imagem .... Nesse caso tem que passar um protetor mais caro...	O aluno entende que o custo benefício depende do poder de absorção e da necessidade, expondo que para exposição exagerada à radiação UV, é necessários os protetores que absorvem mais.
<b>Aluno 1:</b> As substancias que são feitos os protetores absorvem somente a radiação UV, por isso elas são caras, porque são feitas em laboratório...E não é legal ter um protetor que tem fator 100, porque a gente precisa de um pouco de radiação na pela pra ter saúde...Então, o 30 é um bom protetor...	O aluno entende a necessidade de radiação para a produção de vitaminas no corpo humano e aponta um protetor de FPS médio como o melhor, por esta razão.

Com isto e tendo em mãos a pesquisa de preços, os alunos puderam concluir que o FPS mais recomendado para a compra é o 15, uma vez que o preço dos protetores de FPS maiores que 15 são muito mais caros e a quantidade de radiação absorvida não é muito maior. Com esta atividade, os alunos puderam traçar uma relação custo-benefício para a compra de protetores solares baseando-se nas pesquisas realizadas por eles próprios. Eles puderam pesquisar e aprender quais os tipos de câncer de pele existentes, concluir que dois deles são tratáveis e um mais raro, podem levar a morte – o melanoma - e também que o sol têm sua importância, uma vez que sejam respeitadas algumas regras para a exposição – evitar o sol entre 10:00 hs e 16:00 hs, com o uso de protetor solar com fator pelo menos 15 – e que o câncer é desenvolvido dependendo do tempo de exposição da pessoa ao sol – no ambiente de trabalho – assim como da intensidade da radiação recebida – assim, uma pessoa que a vida toda se expôs ao sol entre as 10:00 hs e 16:00 hs tem mais chances de desenvolver o câncer de pele.

Puderam os alunos pesquisar e concluir também sobre os perigos do bronzeamento artificial, uma vez que esta causa uma incidência muito intensa de raios UV no corpo e, sem a devida proteção, pode causar os tipos de câncer de pele estudados.

Por fim, os alunos apresentaram os cuidados que se deve tomar com as vestimentas – usar sempre roupas claras e, na praia ou em qualquer lugar onde a exposição aos raios seja grande, estar munido de guarda-sóis.

Dessa maneira e sob esta metodologia de análise, apresentamos as principais conclusões retiradas pelos alunos de todos os processos de ensino e aprendizagem planejados, ressaltando a importância da contextualização CTSA dos temas em estudo.

Construção de uma consciência crítica sobre os fatores mercadológicos e de lucro associados à venda de protetores solares.

- Evidenciação dos fatores de proteção solar de cada tipo de protetor.
- Conclusão conjunta sobre o melhor FPS para peles normais.
- Discussão sobre a composição do protetor solar e o mecanismo de absorção de radiação UV.
- Conclusão que o uso de protetores não deve acontecer somente no verão.
- Conclusão sobre os benefícios e malefícios da radiação solar à pele humana.

## V. CONCLUSÕES

Após o desenvolvimento de uma atividade conduzida para o ensino de um conteúdo de Química em relação com a perspectiva CTSA, podemos concluir que esta forma de conduzir uma atividade de ensino e aprendizagem pode surtir muitos efeitos justo aos alunos, principalmente no concernente à formação da compreensão geral da relação do conteúdo de ensino com sua vida cotidiana. A perspectiva CTSA, neste caso, foi de grande valia na identificação dos elementos econômicos e sociais envolvidos desde a fabricação até o uso dos protetores solares.

Conclui-se que o procedimento executado com os alunos surtiu efeitos bastante significativos na aprendizagem destes de conceitos químicos importantes envolvidos no estudo dos protetores solares. Os alunos puderam estudar de várias formas diferentes e sob vários aspectos o assunto proposto, aprender formas de evitar danos à saúde e também concluir, por meio de pesquisa, sobre algumas práticas de senso comum quanto ao uso de protetores solares, aprendendo a forma correta e a necessidade de seu uso. Os alunos puderam identificar as diferenças de absorção nos variados FPS, fazer comparações entre seus preços e identificar os mais eficientes na medida em que os maiores FPS não são mais eficientes na absorção.

Acreditamos que este trabalho e estes resultados apresentados pelos alunos mostram o quão produtivo um trabalho deste porte pode ser também na conscientização dos jovens para um problema sério que, na maioria das vezes, não é devidamente trabalhado nas escolas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Ministério da Educação MEC-Secretaria de Educação Superior (SESu) e a Fundação Araucária pelo o apoio concedido para a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

Costa, M. L. & Silva, R. R. (1995). Ataque à pele. *Química Nova na Escola*, 1.

Flor, J., Davolos, M. R. & Correa, M. A. (2007). Protetores Solares. *Química Nova*, 30(1).

Moraes, R. & Galiazzi, M. C. (2007). *Análise textual discursiva*. Ijuí-BRA: Ed. Unijuí.

Mozeto, A.A. (2001). Química atmosférica, a química sobre nossas cabeças. *Cadernos temáticos de química nova na escola*, 1.

Narciso, J. R. & Jordão, M. (2005). *Química: Projeto escola e cidadania para todos. Vol. 3*. São Paulo-BRA: Do Brasil.

Zeidler, D. & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education: philosophical, psychological and pedagogical considerations. In: D. L. Zeidler. *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. pp. 7-41. Dordrecht, London, Boston: Knowledge Academic Publishers.

Ratcliffe, M. & Grace, M. (2003). *Science Education for citizenship: Teaching socio-scientific issues*. USA: Open University Press.

Pedretti, E. (2003). Teaching Science, Technology, Society and Environment (STSE) Education. In: D. Zeidler. *The role of the moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. Londres: Kluwer Academic Publishers. pp. 219-240.

Lopes, N. C. (2011). A abordagem de questões sociocientíficas no ensino de ciências: Uma compreensão das sequências didáticas propostas por pesquisas na área. *XIII Reunião Técnica e II Encontro dos grupos de pesquisa da Pós-Graduação em Educação para a Ciência*. Bauru, Brasil. pp. 12-29.

Aikenhead, G. (2003). STS Education: A rose by another name. In: R. Cross. *A vision for science education: Responding to the work of Peter J. Freshan*. Canadá: Routledge Press.

Alves, J. A., Mion, R. M. & Carvalho, W. L. (2007). Implicações das relações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente na formação de professores de Física. *XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física*. São Luiz, Brasil.