

Algumas Compreensões de Licenciandos em Física Sobre o Fenômeno das Mudanças Climáticas*

DANIELLE APARECIDA DOS REIS¹, LUCIANO FERNANDES SILVA² e
AGENOR PINA³

¹UNESP/ Departamento de Educação, dani_aparecidareis@yahoo.com.br

²UNIFEI/ Departamento de Física e Química, lufesilva@uol.com.br

³UNIFEI/ Departamento de Física e Química, agenor@unifei.edu.br

Resumo. O processo de contextualização dos conteúdos escolares tem sido visto como um dos caminhos para elaborar e efetivar propostas educativas que aproximem os estudantes das reais condições da articulação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Nesse sentido, nos chama a atenção os trabalhos que propõem a contextualização dos conteúdos escolares partindo de abordagens educativas relacionadas com temas controversos, sobretudo aqueles que envolvem o tema Mudanças Climáticas. Todavia, existem alguns obstáculos que nos impedem de tratar de temas controversos em nossas atividades educativas, sendo que um deles está diretamente relacionado aos nossos processos de formação inicial. Com a ajuda de dois questionários abertos procuramos investigar algumas compreensões que os Licenciandos em Física de uma universidade pública possuem a respeito do tema Mudanças Climáticas. Nossos resultados indicam que a maior parte dos futuros professores não estão devidamente preparados para trabalhar com o tema Mudanças Climáticas como um tema controverso em suas atividades educativas.

Abstract. The process of contextualization of the school curriculum has been seen as a way to develop and implement educational projects that will make students get closer to the actual conditions of the relationship between Science, Technology, Society and Environment. Accordingly, our attention is called from works that propose the contextualization of the school curriculum from educational approaches related to controversial topics, especially those involving the theme Climate Change. However, there are some obstacles that prevent us from dealing with controversial issues in our educational activities, one of which is directly related to our processes of training. With the help of two open questionnaires we tried to investigate the understandings about the theme Climate Change that future teachers in physics from government universities have. Our results shows that most teachers are not prepared to work with the theme Climate Change as a controversial subject in their educational activities.

Palavras - chave: Temas Controversos, Mudanças Climáticas, Ensino de Física

Keywords: Controversial Themes, Climate Changes, Physics teaching

Educação Científica e Processos de Contextualização

Diferentes propostas favoráveis ao processo de alfabetização científica indicam que o ensino de Ciências deve fornecer a todos os cidadãos ferramentas que lhes possibilitem se posicionarem, agirem e tomarem decisões diante dos principais problemas presentes na sociedade. Além disso, esse processo educativo deve proporcionar a todos condições de compreender, com critérios científicos, alguns aspectos que envolvem temas complexos e muito presentes em nossa vida cotidiana como, por exemplo, o das Mudanças Climáticas.

Um dos caminhos para elaborar e efetivar propostas educativas mais próximas dessa perspectiva está na possibilidade de realizarmos trabalhos educativos contextualizados. Para

* Versão ampliada de trabalho apresentado no XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Águas de Lindóia – 2010 sob o título *Futuros professores de Física e a compreensão sobre o tema Mudanças Climáticas*.

Santos (2007), o processo de contextualização objetiva tornar os conteúdos científicos mais relevantes para o estudante, isto é, permitir que eles possam articular situações reais com os conceitos apresentados no processo educativo. O autor também indica que o processo de contextualização possibilita aos estudantes realizarem reflexões críticas e interativas relacionadas com essas situações reais e existenciais. Nesse sentido, admite-se que o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos científicos deveria ser articulado a partir de contextos sociais problematizados (AULER; DELIZOICOV, 2006; SANTOS, 2007).

A possibilidade de contextualizarmos o ensino dos conteúdos científicos a partir de contextos sociais problematizados pode ser encontrada nos trabalhos de Levinson (2008), Reis (2004), Silva (2007) e Silva e Carvalho (2007). Esses autores destacam a utilização educativa de temas controversos que envolvem a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

Educação Científica e Temas Controversos

Nos dias atuais a sociedade é marcada por diferentes controvérsias em torno da Ciência e da Tecnologia. Essas controvérsias se destacam pelo fato de não poderem ser resolvidas simplesmente a partir de uma base técnica, justamente por envolverem valores, conveniências pessoais, pressões de grupos sociais e econômicos e aspectos de natureza ética e religiosa (RAMSEY, 1993; REIS, 2004; SILVA; CARVALHO, 2007; ZUIN; FREITAS, 2007; LEVINSON, 2008;).

Algumas dessas controvérsias estão diretamente relacionadas com os diferentes impactos provenientes das possíveis aplicações da Ciência e da Tecnologia na sociedade. Esses impactos suscitam diferentes opiniões entre as pessoas, que podem classificá-los de positivos ou negativos, a depender dos interesses em jogo. Essas controvérsias podem ser denominadas de controvérsias sócio-científicas (REIS, 2009). Há também algumas controvérsias que envolvem, de modo mais explícito, aspectos relativos às questões ambientais e que resultam de diferentes percepções relativas ao impacto ambiental de determinados empreendimentos, essas podem ser designadas como controvérsias sócio-ambientais.

Também existem controvérsias que surgem no âmbito interno da comunidade científica. Tais controvérsias estão vinculadas com as diferentes interpretações científicas de alguns fenômenos elaboradas por grupos científicos distintos. Reis (2009) indica que as

controvérsias associadas a questões internas e restritas ao âmbito interno da comunidade científica podem ser identificadas de científicas porque,

A instituição científica possui uma cultura fortemente baseada na racionalidade, na confiança e na cooperação. No entanto, esta mesma instituição também é consideravelmente competitiva e conflituosa. A história da ciência é marcada por controvérsias intelectuais e conflitos sociais entre grupos de cientistas. Cada um dos grupos tenta produzir argumentos que aumentem a credibilidade da sua própria teoria e diminuam a credibilidade da teoria dos seus oponentes. Procuram, assim, as mais pequenas evidências que possam contrariar as hipóteses das quais discordam. Mas é no meio destas controvérsias científicas – internas e restritas à comunidade científica – que emerge o conhecimento organizado característico da ciência (p. 10).

Com base nessa perspectiva sobre os temas controversos, compreendemos que eles podem ser utilizados na contextualização das nossas atividades educativas. A possibilidade de desenvolvermos trabalhos educativos que considerem o tratamento de temas controversos em sala de aula oferece excelentes oportunidades para nos aproximarmos das reais condições de produção da Ciência e das suas várias relações com a Tecnologia, com a Sociedade e com o Meio Ambiente. No que diz respeito especificamente ao ensino de Física, Silva e Carvalho (2007) apontam que

(...) as questões relacionadas com os significados que atribuímos ao processo de produção do conhecimento científico são fundamentais, sobretudo quando consideradas a partir das complexas controvérsias geradas em virtude das suas inúmeras implicações sociais e ambientais (p. 7).

Um tema que envolve uma série de controvérsias e que, de modo especial, tem chamado muito a atenção da sociedade em geral é o das Mudanças Climáticas.

Educação Científica, Processos de Contextualização e Controvérsias Científicas Associadas às Mudanças Climáticas

Várias questões referentes ao tema Mudanças Climáticas estão diariamente presentes em nossas vidas, sobretudo através dos meios de comunicação em massa. Entretanto, é importante indicar que muitos equívocos conceituais estão presentes nas informações disponibilizadas pela mídia (XAVIER; KERR, 2004). É também muito frequente esse tema ser explorado a partir de um discurso exclusivamente catastrófico, passando inclusive a ideia da existência de um consenso sobre o assunto. Além disso, normalmente não são tratadas na mídia algumas das importantes controvérsias direta e indiretamente associadas ao tema.

Todavia, diferente do discurso normalmente presente na mídia, há inúmeras e importantes controvérsias relacionadas ao tema Mudanças Climáticas e algumas dessas podem ser exploradas exclusivamente do ponto de vista científico. Se de um lado há grupos que consideram o ser humano o principal indutor das atuais mudanças climáticas observadas (IPCC, 2007), de outro lado, há cientistas que enfatizam o fato de que os fenômenos climáticos são essencialmente complexos e que grande parte das atuais alterações no clima faz parte de um ciclo natural do planeta (LINDZEN, 1990; SVENMARK, 1999; ANDRESEN *et al.*, 2006; HIEB; HIEB, 2006; ROBINSON *et al.*, 2007; SAMPAIO *et al.*, 2008;).

Ao tratar das controvérsias associadas a esse tema e suas potencialidades para a educação científica, Pina *et al.* (2010), apontam que muitas controvérsias científicas se devem

(...) às diferentes interpretações suscitadas pela modelagem matemática do clima. Aliás, essa é, sem dúvida, uma ferramenta indispensável no estudo das Mudanças Climáticas, porém é importante destacar que a realidade é sempre mais complexa do que as representações que fazemos dela. Mesmo considerando os grandes avanços na modelagem dos fenômenos climáticos, vale ressaltar que eles não proporcionam previsões com alto grau de precisão e dão margem a importantes controvérsias. Uma importante controvérsia relacionada aos modelos climáticos está justamente na identificação e quantificação da real interferência humana sobre o clima. Nesse sentido, a Física e a Geologia apresentam um importante papel na compreensão do assunto (p. 4).

É importante destacar que algumas dessas controvérsias se mostram especialmente úteis a nós professores de Física, sobretudo pela possibilidade de contextualizarmos nossas aulas. Elas nos permitem ilustrar uma série de conceitos básicos da Física como, por exemplo, conservação de energia, espectro eletromagnético, radiação de corpo negro (emissão e absorção), dilatação térmica, temperatura, entre outros (PINA *et al.*, 2010). A abordagem das controvérsias relacionadas ao tema também nos possibilita apresentar uma Ciência mais próxima do real, justamente porque a controvérsia frequentemente faz parte do desenvolvimento do conhecimento científico.

Além disso, o tema Mudanças Climáticas pode tornar-se uma importante motivação para as aulas de Física, sendo que os conceitos específicos podem ser apresentados a partir da necessidade de se compreender mais amplamente o fenômeno em discussão.

Entretanto, é importante destacar que o sucesso de trabalhos educativos inovadores, sobretudo aqueles voltados para novas abordagens no ensino de ciências, está diretamente relacionado com a possibilidade de efetivamente participarmos, enquanto professores, de todo o processo de elaboração e execução da proposta pedagógica.

Todavia, há uma série de obstáculos que podem nos impedir de tratar temas controversos em nossas atividades educativas. Segundo Vieira e Bazzo (2007), alguns obstáculos existentes para a execução de trabalhos dessa natureza estão relacionados ao nosso desconhecimento sobre as estratégias de ensino adequadas para abordar esse tipo de assunto, ao receio de uma possível falta de controle durante as discussões (já que o tema suscita uma série de incertezas) e a falta de materiais adequados que nos oriente a desenvolver essas atividades educativas.

Silva e Carvalho (2009), ainda destacam que os obstáculos

(...) mais significativos estão relacionados com a pouca aceitação e o baixo envolvimento dos professores em atividade e dos professores em formação que reconhecem: a falta de tempo para a preparação das aulas a partir de um outro enfoque, o receio de uma aprendizagem menos exigente e com um menor número de conceitos científicos, o modo como realizaram sua própria formação básica e superior e até mesmo o receio da perda de identidade profissional (p. 3).

Alguns dos obstáculos citados anteriormente são construídos durante nossos processos formativos, incluindo a formação acadêmica. Na maioria das vezes, esses obstáculos nos impedem de abordar algumas das principais controvérsias relacionadas com fenômenos complexos, principalmente com aqueles envolvidos com as Mudanças Climáticas.

Diante dessas considerações construímos o seguinte questionamento: que compreensões sobre o tema Mudanças Climáticas possuem os futuros professores de Física que estão se formando em uma universidade pública brasileira?

De modo específico os objetivos desse trabalho podem ser descritos da seguinte maneira: a) verificar quais são as principais fontes de informações dos licenciandos em Física sobre o tema Mudanças Climáticas; b) analisar os conhecimentos científicos básicos que os licenciandos possuem sobre o tema; c) investigar se os licenciandos reconhecem algumas controvérsias relacionadas ao tema Mudanças Climáticas; d) analisar os possíveis tratamentos educativos que os licenciandos poderiam dar ao tema.

Procedimentos Metodológicos

A partir da questão orientadora e dos objetivos anunciados nesse trabalho, consideramos que os procedimentos vinculados às abordagens qualitativas se apresentaram como mais adequados para essa investigação.

Entre os diversos aspectos que fundamentam o paradigma das pesquisas qualitativas, destacamos o fato de investigações dessa natureza buscarem entender a subjetividade das

experiências humanas, terem como foco as ações e as intenções dos envolvidos na pesquisa e privilegiarem os procedimentos de natureza indutiva no processo de análise e interpretação dos dados (COHEN *et al.*, 2001). Os pesquisadores que se utilizam desse tipo de pesquisa buscam “[...] compreender o processo mediante o qual as pessoas constroem significados e descrever em que consistem estes mesmos significados” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 70).

Para Bogdan e Biklen (1994), cinco características básicas identificam uma investigação de natureza qualitativa: a fonte direta de dados é o ambiente natural; ela é descritiva; os investigadores interessam-se mais pelo processo que simplesmente pelos resultados ou produtos; os investigadores tendem a analisar os seus dados de forma indutiva; o significado é de importância vital em investigações dessa natureza.

Tendo em conta essas características gerais da pesquisa qualitativa, passamos a uma breve descrição dos procedimentos de coleta e análise de dados.

Procedimentos de coleta e análise de dados

O processo de coleta de dados dessa pesquisa foi realizado em 2009, junto aos graduandos que cursavam o último semestre do curso de licenciatura em Física de uma universidade pública do interior do estado de Minas Gerais.

Para a coleta de dados foram elaborados dois questionários, sendo que cada um deles era composto por quatro perguntas abertas. Segundo Cohen *et al.* (2001), esse tipo de procedimento de coleta de dados possibilita aos sujeitos envolvidos na pesquisa escrever suas respostas livremente, ou seja, utilizando seus próprios termos para se expressar. Além disso, diferentemente dos questionários com perguntas fechadas, esses permitem aos sujeitos adicionarem outras informações, qualificações e explicações em relação ao tema especificamente explorado, ampliando o campo de trabalho.

As perguntas elaboradas faziam menção aos seguintes fenômenos: Aquecimento Global; Efeito Estufa e Mudanças Climáticas. Não destacamos nessas as articulações entre esses fenômenos e/ou as diferenças entre eles. Além disso, as perguntas formuladas estavam diretamente relacionadas aos objetivos específicos de investigação descritos anteriormente.

Os questionários foram enviados a 25 formandos¹ através de seus endereços eletrônicos. Os estudantes tiveram acesso ao primeiro questionário no início do mês de novembro de 2009 e o segundo um mês depois. Os dois questionários foram respondidos integralmente por 19 alunos.

¹ Foram considerados formandos todos aqueles licenciandos que concluíam o curso em 2009.

Para analisar os dados coletados junto aos questionários procedemos, em uma primeira fase, a leitura na íntegra das respostas. A intenção foi a de estabelecer um primeiro contato com os textos dos alunos. Em seguida realizamos a transcrição de todas as respostas apresentadas pelos alunos e, a partir disso, passamos a identificar nelas algumas evidências relacionadas com os objetivos específicos do trabalho.

Nessa etapa, também, elaboramos fichas de análise de dados, nas quais registramos passagens ou excertos que ofereciam elementos para identificarmos as compreensões dos futuros professores de Física sobre o tema Mudanças Climáticas. Os critérios para a escolha dos excertos estão diretamente relacionados com os propósitos do nosso trabalho.

As informações contidas nas fichas, também, serviram para construirmos agrupamentos que indicavam semelhanças ou diferenças entre essas respostas. Essa técnica de análise de dados inspira-se no que é conhecido na literatura específica por Análise de Conteúdo (OLIVEIRA *et al.*, 2003). Porém, é relevante destacar que não trabalhamos com a ideia de categorias de análises nesse trabalho.

Aspectos Gerais Sobre a Compreensão dos Licenciandos em Relação ao Tema Mudanças Climáticas

O primeiro questionário foi respondido por 19 licenciandos. A primeira pergunta apresentada aos formandos foi assim redigida: você acompanha as discussões sobre o tema Aquecimento Global? Quais são as fontes das informações que você possui sobre esse tema?

Todos os licenciandos responderam que acompanham a discussão sobre o tema. As respostas para a segunda parte da pergunta encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Meios pelos quais os licenciandos obtêm as informações referentes ao tema Aquecimento Global

Agrupamentos	Quantidade
Mídia	17
Trabalhos científicos	2

Podemos observar que dezessete formandos responderam a essa questão dizendo que acompanham as discussões inerentes ao tema através da mídia. Verificamos que dois licenciandos alegaram acompanhar as discussões sobre o tema com o auxílio de artigos de divulgação científica. Com base nestas informações podemos apontar que a principal fonte de informações dos futuros professores em relação a esse tema é a mídia.

A segunda pergunta elaborada para os licenciandos foi construída da seguinte forma: quais são, em sua opinião, as causas do Aquecimento Global? Explique.

Na Tabela 2 agrupamos as principais respostas para essa questão.

Tabela 2: Causas atribuídas pelos licenciandos para o fenômeno do Aquecimento Global

Agrupamentos	Quantidade
Emissão de gases poluentes e desmatamento	17
Fenômeno natural	1
Não sabe	1

Podemos observar na Tabela 2 que dezessete formandos indicam que a elevação da “temperatura média global” está diretamente relacionada com a intensificação das atividades humanas industriais e agrícolas. Segundo os licenciandos, a queima de combustíveis fósseis é a principal responsável pela maior parte da emissão de CO₂ que se concentra na atmosfera. Além disso, muitos deles consideraram que essa emissão antropogênica é a principal responsável pela ocorrência do fenômeno do Aquecimento Global.

Em outra resposta foi possível identificar um argumento que levanta alguma dúvida sobre o fato de que o Aquecimento Global observado seja devido à ação humana e que existem causas naturais para esse fenômeno. Também observamos que um formando respondeu que não sabe indicar quais são as causas do Aquecimento Global, sendo que o mesmo ainda lembra que a Terra passa por ciclos de aquecimento seguidos de resfriamento.

A terceira questão formulada está relacionada com as controvérsias suscitadas pela ideia de que há uma elevação da “temperatura média” da Terra, já que, do ponto de vista da Física, não é possível associar o conceito de temperatura a ideia matemática de média (ANDRESEN *et al.*, 2006). A fim de verificarmos se os formandos possuem essa percepção, questionamos os licenciandos sobre a adequação do nome “Aquecimento Global”: você considera que o nome Aquecimento Global está adequado para descrever esse fenômeno? Explique.

As respostas que os licenciandos elaboraram para essa pergunta encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3: Considerações dos licenciandos em relação à adequação do nome Aquecimento Global

Agrupamentos	Quantidade
---------------------	-------------------

Está adequado	Há relação direta com a elevação da temperatura média global.	13
Não está adequado	O conceito de temperatura média, ao qual o nome está articulado, não é correto.	5
	O nome é pouco chamativo.	1

Podemos observar que a maior parte deles considera que o nome Aquecimento Global é correto e que há uma relação direta entre esse fenômeno e a elevação da “temperatura média” da Terra.

Também verificamos que um participante não considera que o nome esteja adequado. Segundo esse licenciado, sendo o homem o responsável pelo Aquecimento Global, este poderia possuir um nome que expressasse mais essa relação.

Importante frisar que em cinco respostas há uma indicação clara sobre o fato de que o nome Aquecimento Global é equivocado por expressar a ideia de que há uma elevação da temperatura média global, sendo este um conceito incorreto do ponto de vista da Física.

Na última pergunta desse primeiro questionário solicitamos aos licenciandos que destacassem aspectos aos quais julgassem mais relevantes em relação ao tema Aquecimento Global. A pergunta foi formulada da seguinte maneira: o que chama a sua atenção sobre o tema Aquecimento Global? Explique.

Os agrupamentos realizados para essa pergunta estão na Tabela 4.

Tabela 4: Aspectos que chamam a atenção dos licenciandos em relação ao tema Aquecimento Global

Agrupamentos	Quantidade
Efeitos sobre a natureza	8
Iniciativas para reverter o problema	7
Intensa exploração da mídia	3
As causas que provocam o fenômeno	1

O agrupamento “Efeitos sobre a natureza” contém aquelas respostas que indicam que o fenômeno do Aquecimento Global produz importantes efeitos sobre a natureza. O agrupamento “Iniciativas para solucionar o problema”, congrega as respostas que apontam certo nível de preocupação com diferentes aspectos que possam amenizar ou reverter o quadro atual de degradações associados ao fenômeno do Aquecimento Global. Já em “Intensa exploração da mídia” estão as respostas que apontam para uma compreensão mais crítica sobre os discursos produzidos na mídia que versam sobre o assunto. Por fim, no grupo “As causas que provocam o fenômeno” há uma resposta em que o estudante indica uma grande preocupação com as causas associadas ao tema Aquecimento Global. Esse licenciando, ainda,

destaca o fato de que o tema em questão é controverso e que não há um consenso na comunidade científica em relação a determinados assuntos diretamente relacionados aos fenômenos climáticos.

Já no segundo questionário, distribuído aos formandos aproximadamente um mês após o primeiro, além de informações sobre os conhecimentos e as considerações que os formandos possuem sobre as Mudanças Climáticas, também coletamos dados que nos possibilitaram identificar a maneira pela qual eles, possivelmente, tratariam o tema em suas futuras atividades de ensino.

Na primeira questão do segundo questionário solicitamos aos formandos que escrevessem e explicassem o que mais lhes chamava a atenção em relação ao tema Aquecimento Global do ponto de vista exclusivamente científico. A questão foi elaborada da seguinte maneira: do ponto de vista exclusivamente científico, o que chama a sua atenção em relação ao Aquecimento Global? Explique.

Os agrupamentos relativos às respostas dos estudantes para essa pergunta encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5: Considerações científicas relacionadas ao Aquecimento Global que chamam a atenção dos licenciandos

Agrupamentos	Quantidades
Complexidades científicas relacionadas ao tema	5
Aspectos políticos ligados ao tema	4
Previsões científicas relacionadas ao aquecimento do planeta	3
Variedade de conceitos científicos que podem ser abordados na escola	3
Estudos e aplicações para reverter o problema	2
Inconsistência dos dados científicos utilizados pela mídia	1
Nada chama a atenção	1

Podemos observar na Tabela 5 que algumas das complexidades científicas diretamente relacionadas ao tema são aspectos que chamam a atenção dos licenciandos.

No agrupamento “Aspectos políticos ligados ao tema” identificamos quatro respostas que apontam para a falta de apoio político de alguns países para conter o Aquecimento Global.

Já o grupo “Previsões científicas relacionadas ao aquecimento do planeta” contém três respostas diretamente relacionadas com as previsões que os cientistas fazem sobre o futuro do planeta.

No agrupamento “Variedade de conceitos científicos que podem ser abordados na escola” estão aquelas respostas que chamam a atenção para os diversos conceitos relacionados

ao fenômeno e que podem ser tratados em sala de aula.

Da mesma forma como já havia ocorrido na pergunta quatro do primeiro questionário, alguns licenciandos destacaram o fato de que há “Estudos e aplicações para reverter o problema”. Nesse agrupamento, destacamos o fato de que os graduandos indicam que a Ciência e a Tecnologia podem ser suficientes para reverter o processo de aquecimento da Terra.

Também constatamos que, assim como já ocorrido na última pergunta do primeiro questionário, um formando apontou a inconsistência dos dados em que a mídia se baseia para afirmar que está ocorrendo um aquecimento em nosso planeta.

Por fim, um graduando alegou desconhecer qualquer aspecto sobre o assunto no meio científico que lhe chame a atenção.

Já a segunda pergunta desse questionário procurava, novamente, obter dados sobre a compreensão científica dos estudantes sobre fenômenos climáticos. A pergunta foi proposta da seguinte forma: em sua opinião existe alguma relação entre o Efeito Estufa, Mudanças Climáticas e Aquecimento Global?

Todas as respostas fornecidas pelos licenciandos indicam que existe algum nível de articulação entre os três fenômenos mencionados na pergunta. Aliás, esse é um dado relevante, tendo em vista que há importantes diferenças conceituais entre os fenômenos destacados. Em todas as respostas os licenciandos identificam a intensificação do Efeito Estufa como principal causa do Aquecimento Global. Isto, por sua vez, segundo alguns deles, gera desvios de temperatura que levam às Mudanças Climáticas.

A terceira questão procurava obter dados sobre possíveis tratamentos educativos que os licenciandos poderiam dar ao tema em suas futuras atividades docentes. A questão foi estruturada do seguinte modo: em relação aos temas anteriores, o que você considera importante ser tratado em Física pelo professor do Ensino Médio?

A Tabela 6 apresenta os agrupamentos relativos às respostas dos licenciandos para essa pergunta.

Tabela 6: Assuntos relacionados com fenômenos climáticos que os licenciandos em Física consideram ser importantes para se trabalhar em sala de aula

Agrupamentos	Quantidade
Estudo dos conceitos e problemas relacionados ao tema Aquecimento Global	15
Conscientizar os alunos dos problemas relacionados ao tema Aquecimento Global	4

No agrupamento “Estudo dos conceitos e problemas relacionados ao tema”, estão os argumentos que chamam a atenção para a importância de articular a discussão sobre os fenômenos climáticos citados ao longo do questionário com conceitos da Física. Além disso, alguns licenciandos chamam a atenção para a ideia de trabalhar com os alunos alguns dos diferentes significados físicos dos problemas atribuídos ao tema Aquecimento Global.

No grupo “Conscientizar os alunos dos problemas relacionados ao tema Aquecimento Global”, encontram-se as considerações de quatro formandos que apresentam uma preocupação com as iniciativas que levem os alunos a se conscientizar dos problemas relacionados com o fenômeno do Aquecimento Global.

É importante ressaltar que dois graduandos chamam a atenção para a relevância de processos educativos mais críticos em relação ao tema. Para eles os alunos de Ensino Médio deveriam construir uma visão mais crítica sobre a forma como os cientistas interpretam esses e outros fenômenos da natureza.

Depois de perguntarmos o que os licenciandos consideram importante ser tratado em sala de aula, achamos interessante buscar saber quais aspectos educativos eles entendem que devem ser explorados em aulas de Física que tratam de fenômenos climáticos. Para isto, construímos a seguinte pergunta: de que maneira você trataria os fenômenos climáticos em suas aulas de Física do Ensino Médio?

Na Tabela 7 encontram-se os agrupamentos elaborados a partir das respostas dos alunos para essa pergunta.

Tabela 7: Possíveis tratamentos educativos para os fenômenos climáticos em aulas de Física do Ensino Médio.

Agrupamentos	Quantidade
Explorar metodologias e abordagens de ensino diferenciadas	10
Explorar materiais didáticos diferenciados	4
Explorar conceitos Físicos relacionados ao tema	3
Não sabe	2

No agrupamento “Explorar metodologias e abordagens de ensino diferenciadas” estão as respostas que mencionam metodologias e abordagens de ensino em aulas de Física que tratam dessa temática. Alguns exemplos do que foi destacado pode ser resumido da seguinte maneira: solicitar aos alunos a realização de pesquisas que abordam o tema; promover debates em sala de aula; implementar trabalhos educativos que envolvam professores de outras disciplinas; criticar o tratamento que a mídia oferece ao tema.

Também faz parte desse agrupamento a resposta de um licenciando que trataria o assunto a partir da promoção de discussões sobre ações que poderiam ser tomadas para reverter o fenômeno do Aquecimento Global

No agrupamento “Explorar conceitos Físicos relacionados ao tema”, estão as considerações de dois formandos que argumentam que explorariam o tema a partir de uma comparação das médias globais das temperaturas entre décadas anteriores e a época atual. Segundo esses licenciandos, a ideia básica é colocar em questionamento o fenômeno do Aquecimento Global. Já para outro formando o interessante seria mostrar para os alunos a natureza controversa do tema através da discussão de alguns conceitos.

No agrupamento “Exploração de materiais didáticos diferenciados” estão as respostas que indicam a necessidade do professor utilizar materiais didáticos diversificados em aulas de Física que tratam do tema Aquecimento Global.

Por fim, no agrupamento “Não sabe” estão as respostas de dois licenciandos que alegaram não ter ideia de como trabalhar esse assunto em sala de aula.

Aspectos Específicos Sobre a Compreensão dos Licenciandos em Física Sobre o Tema Mudanças Climáticas e Suas Potencialidades Educativas

A análise das respostas fornecidas aos questionários nos permitiu identificar algumas compreensões mais específicas dos licenciandos sobre temas relacionados aos fenômenos climáticos. Entre outros aspectos, a análise dos dados nos possibilitou identificar: as principais fontes de consulta que eles utilizam para adquirir informações sobre o tema, os conhecimentos científicos que possuem sobre assuntos relacionados aos fenômenos climáticos e se reconhecem a existência de controvérsias diretamente associadas às Mudanças Climáticas. Também foi possível investigar algumas das compreensões que esses estudantes possuem sobre possíveis tratamentos educativos que poderiam ser dados a esse assunto.

Um dos resultados dessa pesquisa que chama a nossa atenção está no fato de que aproximadamente 90% dos licenciandos declararam se informar sobre assuntos relacionados aos fenômenos climáticos através da mídia. Exemplo:

O assunto tem ganhado destaque ultimamente em vários segmentos informativos como jornais, internet, congressos e principalmente pela mídia (...). Apesar de constantemente ter acesso a internet e aos jornais

impressos, a maior parte das informações sobre o assunto ainda provém da mídia televisiva. (Aluno 16)

É fato, como já apontamos anteriormente, que várias questões referentes a assuntos relacionados às Mudanças Climáticas estão diariamente presentes em nossas vidas, sendo explorado amplamente, sobretudo, através dos meios de comunicação em massa. Entretanto, além de apresentar uma série de equívocos conceituais sobre os fenômenos climáticos, muitas vezes os discursos elaborados pela mídia em relação a esse tema são sensacionalistas, fato que acaba por privilegiar uma visão catastrófica do fenômeno (XAVIER; KERR, 2004). É muito comum que o tema seja explorado nesses veículos a partir da ideia de que existe um consenso universal sobre o assunto, sobretudo no meio científico (VIEIRA; BAZZO, 2007).

Todavia, também notamos que dois licenciandos possuem uma posição mais crítica em relação às informações que a mídia apresenta sobre os fenômenos climáticos. O excerto abaixo exemplifica essa consideração:

O que chama a atenção é a exploração intensa da imprensa com informações que nem sempre são confiáveis. Isso é um grande problema, pois muitas pessoas tomam a notícia que vêem como verdade absoluta e se esquecem de checar em fontes confiáveis. (Aluno 8)

Posicionamentos como o destacado pelo aluno 8 são respaldados por alguns trabalhos acadêmicos. Monteiro (2006), por exemplo, destaca que para muitas pessoas as ideias compartilhadas pela comunidade científica são aquelas vistas através dos meios de comunicação em massa. Porém, frequentemente a mídia apresenta os fenômenos climáticos a partir de uma abordagem sensacionalista e consensual.

A tentativa de argumentar sobre as causas do Aquecimento Global é outro aspecto que destacamos nas respostas que os licenciandos elaboraram para os nossos questionamentos. Alguns deles apontam que as Mudanças Climáticas têm suas causas diretamente ligadas às atividades humanas que levam ao aumento da concentração de CO₂ na atmosfera. Apontamentos dessa natureza podem ser observados nos trechos abaixo:

Está relacionado ao excesso de CO₂ na atmosfera. É intensificado pelo desmatamento e poluição (emissão de gases poluentes na atmosfera). (Aluno 10)

Queimadas fora de controle, excesso de emissão de gases causadores do efeito estufa, não reflorestamento de áreas devastadas. Tudo isso é responsável pelo aquecimento. (Aluno 13)

Ainda com relação às causas das Mudanças Climáticas, também observamos que alguns licenciandos levantam dúvidas sobre o fato de que esses fenômenos sejam únicos e

exclusivamente devidos a ação do ser humano sobre a natureza. O excerto a seguir procura exemplificar esse posicionamento.

Embora não tenha um conhecimento científico aprofundado do assunto e levando em consideração as notícias da mídia, o aquecimento global é fato devido à ação humana no planeta. Reconheço que quando afirmo isso cometo erros, pois tais mudanças climáticas se tangem a outras ações que ocorrem espontaneamente na Terra desde a era Glacial. Mas no geral e com base nas notícias, a ação do homem é fato considerável, perceptível e não dever ser minimizada. (Aluno 16, grifo nosso)

De fato, há na literatura especializada algumas importantes controvérsias sobre como quantificar o “peso” das ações humanas sobre as causas das Mudanças Climáticas atualmente observadas. Como pode ser observado no excerto abaixo, um dos licenciandos apontou essa característica como um fato que lhe chama muito a atenção:

O que me chama a atenção é a grande quantidade de teorias para explicar o fenômeno. Não sei se isso é por conta de muitas pesquisas ou meras especulações, mas acho interessante como vários conceitos se cruzam nesse efeito, o que torna algo muito interessante de ser estudado (Aluno 6)

Alguns cientistas argumentam que a dinamicidade e complexidade do clima impedem que sejam feitas quaisquer declarações definitivas sobre o assunto. A história geológica do planeta, por exemplo, é um bom indicativo do fato de que o clima terrestre sempre se modificou, o que por vezes é negligenciado nos discursos que nos chegam pela mídia sobre as causas das Mudanças Climáticas (ARCHIBALD, 2007).

Além disso, parte dos desvios de temperatura verificados nas últimas décadas ainda podem ser explicados a partir de várias perspectivas como a diminuição do albedo planetário (refletividade média) provocado por uma menor atividade vulcânica no último século (menor concentração de aerossóis que refletem a radiação solar incidente) ou pelo aumento da concentração de nuvens causado pela maior penetração de raios cósmicos galácticos na atmosfera (SVENMARK, 1999).

Sampaio *et al.* (2008), também destacam que as variações das circulações atmosféricas e oceânicas (fenômenos com El Niño-Oscilação Sul, Oscilação Decadal do Pacífico e a Circulação Oceânica Profunda), as mudanças dos parâmetros orbitais da Terra (precessão, mudanças na obliquidade e variações na excentricidade), ou ainda algumas variações na produção de energia solar, poderiam ser apontadas como causas naturais para as Mudanças Climáticas atualmente observadas.

Segundo Akasofu (2006), o clima entre cerca de 800 a 1200 DC foi mais quente que o de hoje (*Medieval Climate Optimun*). Argumenta-se que entre 1350 e 1850, o clima se

resfriou, chegando a temperaturas de até cerca de 2°C inferiores às atuais, época que ficou conhecida como “Pequena Era Glacial” (AKASOFU, 2006). Após esse período, o clima começou a se aquecer lentamente e as temperaturas se elevaram novamente (ROBINSON *et al.*, 2007). A partir dessas informações parece não existir grandes dúvidas sobre o fato de que realmente ocorreu um Aquecimento Global nos últimos tempos, no entanto, segundo esses cientistas, não é possível afirmar que exista uma única causa que defina a ocorrência do fenômeno.

Faz-se necessário destacar que um dos formandos considerou em sua resposta que a Terra passa por ciclos de aquecimento seguidos de resfriamento. No entanto, o licenciando enfatizou que as emissões dos gases estufa agravaram o fenômeno:

As causas eu não saberia dizer, o que sei é que este fenômeno acontece de tempos em tempos e a emissão de gases poluentes nos últimos 50 anos agravou esse processo, mas não é o agente causador. (Aluno 19)

O excerto acima está em conformidade com várias pesquisas que apontam para as complexidades inerentes aos fenômenos climáticos. Essas considerações reforçam a nossa posição de que o tema Mudanças Climáticas também deve ser amplamente discutido do ponto de vista científico, sobretudo em aulas de Ciências. Nesse sentido, destacamos o fato de que muitos formandos em Física apresentam alguns importantes equívocos conceituais sobre os fenômenos climáticos. Os equívocos e os acertos conceituais que os licenciados apresentam em relação ao tema Mudanças Climáticas foi outro ponto de destaque em nossa pesquisa.

Em relação a essa consideração, em uma das respostas apresentadas pelos licenciandos, encontramos a afirmação de que os gases emitidos pelas atividades do ser humano são os únicos responsáveis pela existência do efeito estufa. O excerto abaixo exemplifica essa consideração:

A emissão de gases poluentes, principalmente, derivados da queima de combustíveis fósseis na atmosfera. Gases como o dióxido de carbono, metano, monóxido de carbono e outros formam uma camada de poluentes de difícil dispersão, causando o efeito estufa. Outro exemplo seriam as queimadas causadas por desmatamentos (Aluno 1, grifo nosso)

Ao contrário dessa consideração, o efeito estufa é um fenômeno natural vital para a manutenção da vida terrestre nos moldes que a conhecemos. Aliás, sem esse fenômeno as temperaturas terrestres se encontrariam cerca de 18° abaixo de zero (MARQUES, 1999). O que vários cientistas afirmam (IPCC, 2007) é que o aumento da concentração de alguns gases

estufa se intensificou a partir da revolução industrial, e que isto tem contribuído para o aumento do efeito estufa, causando a elevação das temperaturas superficiais terrestres.

No entanto, é importante dizer, que outros cientistas discordam da afirmação de que o ser humano seja o principal emissor de CO₂ (ROBINSON *et. al.*, 2007; HIEB; HIEB, 2006). É importante destacar que não encontramos, nas respostas desses licenciandos, quaisquer referências a essa controvérsia científica. Todavia, ressaltamos que esses posicionamentos críticos em nada diminuem ou desqualificam o fato de que devemos repensar a forma como nos relacionamos com a natureza. Aliás, somos da opinião de que o ser humano tem causado modificações importantes no meio ambiente, fato que ocasiona uma série de problemas para toda a sociedade, em especial para aquelas populações menos favorecidas do ponto de vista econômico.

Nesse sentido, podemos notar nas respostas de alguns licenciandos a presença de preocupações relacionadas às interferências do homem na natureza. O excerto a seguir exemplifica esse ponto de vista:

Aquecimento global ou qualquer outro assunto relacionado chama a atenção por deixar em xeque a “continuidade da vida terrestre”, ou a readaptação humana principalmente as mudanças no clima e as conseqüências disto. (Aluno 17)

Também observamos que alguns licenciandos destacaram possíveis soluções para reverter o problema do Aquecimento Global. Verificamos que dois formandos argumentaram que os efeitos do Aquecimento Global podem vir a ser revertidos mediante soluções tecnológicas. Esse ponto de vista pode ser observado no excerto abaixo:

Vi em uma revista sobre tecnologias que possam driblar o efeito de aquecimento, muitas delas ainda são apenas ideias a serem testadas. Acho interessante ver que há pessoas tentando fazer o uso de tecnologia já existente, e outras criando novas, para a solução do problema. (Aluno 14)

Perspectivas dessa natureza atribuem à Ciência e à Tecnologia a possibilidade de resolver problemas dessa complexidade, como se esses fossem independentes de questões de natureza econômica, política e social. Essa é conhecida como uma perspectiva salvacionista e redentora da humanidade, já que se acredita que os grandes problemas existentes na sociedade serão resolvidos mediante o progresso científico e tecnológico (AULER; DELIZOICOV, 2006).

Outro aspecto a ser analisado nas respostas dos licenciandos está relacionado às controvérsias associadas a existência, ou não, de um aquecimento do planeta. O nome

Aquecimento Global indica que está ocorrendo a elevação da “temperatura média” da Terra, o que gera algumas controvérsias no meio científico, já que, do ponto de vista da Física, não é possível associar o conceito de temperatura a ideia matemática de média (ANDRESEN *et al.*, 2006).

Estes autores argumentam que a Terra não é um sistema em equilíbrio termodinâmico e, portanto, não pode existir apenas uma temperatura para todo o globo. Também pelo mesmo motivo não pode se afirmar que está acontecendo um aquecimento ou um resfriamento do planeta. Quando um sistema está em equilíbrio, todas as intensidades de temperatura e pressão são as mesmas e para vários pesquisadores é óbvio que isso não acontece na Terra.

Nesse sentido, também destacamos a compreensão dos licenciandos em relação ao termo “Aquecimento Global”. Em relação às respostas dos formandos sobre o assunto, destacamos que treze formandos apontaram que o nome dado ao fenômeno é adequado para descrevê-lo, sobretudo porque este expressa a elevação da “temperatura média” da Terra causada pela interferência destrutiva do homem sobre a natureza.

(...) o aquecimento global é uma consequência das alterações climáticas ocorridas no planeta causadas pelo homem, o que causa o aumento da temperatura média global. (Aluno 18, grifo nosso)

Bem, considerando que, das informações que vejo, todas expõem um aumento na média da temperatura do planeta ano após ano, o nome aquecimento global seja adequado (Aluno 14, grifo nosso)

Contrariando essas perspectivas, em cinco respostas foi indicado que o nome Aquecimento Global é equivocado, justamente porque expressa a ideia de que há uma elevação da temperatura média global. Exemplo:

(...) em muitos casos o cálculo do aquecimento é feito através de médias que não se aplicam a todo o planeta. (Aluno 5)

Levando em conta a variedade de conceitos relacionados ao tema, também conseguimos coletar várias informações a respeito dos tratamentos educativos que esses futuros professores de Física dariam a esse assunto se viessem a abordá-los em suas aulas, sendo este outro ponto de destaque em nossa análise.

Em um primeiro momento, buscamos identificar quais assuntos ou conceitos físicos relacionados ao tema em questão os licenciandos consideravam importantes de serem abordados em sala de aula. Alguns formandos destacam a necessidade de se articular a discussão sobre os fenômenos climáticos com os conceitos da termodinâmica. Exemplo:

Acho importante ser trabalhado o efeito estufa, destacando o modo de transmissão de calor por irradiação e relacionando com a temperatura. (Aluno 12)

Como já apontamos anteriormente, os temas relacionados com fenômenos climáticos possibilitam ao professor de Física ilustrar uma série de conceitos básicos, além de possibilitar o trabalho com aspectos relacionados à natureza da Ciência (HOBSON, 2001; FORGIARINI; AULER, 2009).

Outros formandos ressaltam a importância do professor abordar alguns efeitos do Aquecimento Global sobre a sociedade. Essa é, em nossa opinião, uma perspectiva mais abrangente do trabalho do professor de Física, sobretudo ao lidar com questões de natureza econômica, política e ambiental. Exemplo:

Pode-se tratar as causas do efeito, soluções (tentativas no caso) apresentadas, o lado político do problema (...), o lado social, econômico, etc. (Aluno 10)

Um aluno considera relevante que o professor de Física possa trabalhar com aspectos diretamente relacionados com a temática ambiental, sobretudo a discussão que envolve a preservação ambiental.

Penso que o fenômeno Efeito Estufa e, por consequência, o Aquecimento Global devem ser tratados por professores de Física tanto pelo ponto de vista da Física quanto pelo ponto de vista da preservação ambiental. (Aluno 1)

Em outra resposta, verificamos que quatro licenciandos apontam que o professor de Física deve procurar mostrar a seus alunos o papel que a mídia tem na construção dos discursos sobre os temas relacionados com as Mudanças Climáticas. Um dos licenciandos apontou para o fato de que o professor deve trabalhar para que seus alunos avaliem criticamente as informações que recebem dos meios de comunicação em massa.

Acho importante ser tratada em sala de aula a inconsistência dos dados e do discurso da grande mídia, mostrar para os alunos que o sistema monta discursos para convencer a população a seguir e acreditar em certas causas das quais o único beneficiário é o próprio sistema. E isso é feito apenas para manter a população cativa na cadeira de meros telespectadores. (aluno 11)

Também verificamos que dois formandos consideraram que seria interessante que os alunos tenham uma visão mais crítica sobre a forma como os cientistas interpretam os fenômenos climáticos, como indicado a seguir:

É necessário que o aluno tenha uma visão crítica do assunto como um todo e dentro disso e com base no exposto na questão anterior, trabalhar mudanças climáticas é um caminho que dá margens as demais vertentes do assunto. (Aluno 17)

Também questionamos aos licenciandos quais seriam as metodologias de ensino que seriam utilizadas para trazer esse tema para as discussões em sala de aula. Segundo alguns licenciandos, a realização de pesquisas e debates em sala de aula é uma estratégia educativa de grande valia, como foi identificado nas seguintes respostas:

Pode ser feito através de trabalhos em grupos ou pesquisas direcionando para os conceitos físicos mais importantes dentro do tema Aquecimento Global. (Aluno 5)

Através de um fórum de discussão com os alunos, montaríamos um debate. (Aluno 9)

Corroborando essa perspectiva, Vieira e Bazzo (2007), apresentam uma proposta educativa para abordar aspectos relativos ao Aquecimento Global. Nessa proposta o debate possui um papel essencial na construção da atividade educativa, justamente por possibilitar a exposição dos diferentes pontos de vista dos alunos e assim, possibilitando o desenvolvimento do senso crítico deles.

Dois formandos desse grupo partiriam de um paralelo em que seria feita a comparação entre décadas anteriores e a época atual para, através de um debate, constatar que houve um aquecimento e elencar as possíveis causas. Exemplo:

Abordaria o tema fazendo uma comparação de décadas anteriores com o dia atual, através de artigos, gráficos e figuras, destacando o fato de que está acontecendo um aquecimento e por fim um debate para cada aluno dizer o que acha que está causando esse aquecimento. (Aluno 16)

Também entendemos que os debates são procedimentos de ensino essenciais em propostas educativas que abordam temas controversos relacionados com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade.

A utilização de trabalhos multidisciplinares foi encontrada na seguinte resposta:

(...) em primeiro instante não tenho uma meta ou um conceito definido, mas penso que a multidisciplinaridade talvez seja um modo promissor. Sabemos que as Mudanças Climáticas, se realmente existem, norteiam uma série de assuntos que convergem para um denominador comum. A multidisciplinaridade faz a diferença quando pensamos que o aluno deve ser eclético e crítico perante seus conceitos e suas definições (Aluno 17)

Alguns autores como, por exemplo, Silva e Carvalho (2007) destacam a importância

de abordagens multidisciplinares em trabalhos educativos que tratam de aspectos da temática ambiental, como é o caso dos temas relacionados com Mudanças Climáticas.

As análises realizadas também nos possibilitou verificar que um licenciando considerou que o processo educativo é fundamental para que as pessoas tenham uma visão mais crítica sobre o tema Mudanças Climáticas.

Acredito na educação como uma forma de libertar o ser humano, (...) de grades existenciais dentro das quais o sistema os jogou. Dessa forma só seremos livres se tivermos uma compreensão mais acurada daquilo que nos limita e tal compreensão, a respeito desse tema, só será somada através da educação científica da população (Aluno 11)

De fato, como defendido por Silva e Carvalho (2007), a escolha e a abordagem de temas científicos controversos, pode nos auxiliar a articular os conteúdos científicos e tecnológicos com aspectos políticos, econômicos e ambientais, permitindo-nos relacionar diferentes opiniões, consensos e significações sobre a Ciência e o empreendimento científico, de modo a proporcionar ao aluno uma aprendizagem científica mais crítica sobre importantes temas contemporâneos.

Ainda observamos que um licenciando destaca a possibilidade do processo educativo conscientizar os alunos sobre ações que possam reverter o problemático quadro de degradações causado pelas Mudanças Climáticas. O excerto abaixo procura justificar esse posicionamento:

Mostrando as causas desse problema, analisar o fenômeno do Efeito Estufa do ponto de vista da Física e conscientizar os alunos a respeito da importância de ações que possam remediar ou prevenir o avanço deste problema. (Aluno 1)

Por fim, observamos também que alguns formandos destacam a importância de utilizar alguns recursos didáticos em trabalhos educativos que tratam de fenômenos climáticos. A utilização de vídeos é destacada por seis licenciandos. O excerto a seguir procura exemplificar essa perspectiva:

Utilizaria vídeos que expliquem esses fenômenos de forma clara, para que os alunos possam ver como esse fenômeno se manifesta. (Aluno 10)

A partir do excerto acima, podemos observar que o estudante indica que o trabalho com vídeos em sala de aula pode ser uma importante ferramenta para tratar de alguns aspectos relacionados com a temática ambiental. Isso é possível porque as secretarias de ensino, em sua grande maioria, possuem um bom arquivo de vídeos sobre diversos temas.

Considerações Finais

Nesse trabalho investigamos algumas compreensões que os licenciandos em Física de uma universidade pública possuem a respeito do tema Mudanças Climáticas. De modo específico, analisamos alguns dos conhecimentos científicos que eles apresentam sobre o tema, se reconhecem a existência de controvérsias relacionadas ao assunto e os possíveis tratamentos educativos que utilizariam em suas atividades docentes.

Os dados coletados nessa pesquisa indicam que a maioria dos formandos do curso de Licenciatura em Física obtém informações sobre o tema Mudanças Climáticas a partir dos meios de comunicação em massa e que esses exercem grande influência nas compreensões que apresentam sobre o assunto. Esse aspecto pode ser importante para explicar algumas das dificuldades que eles possuem para reconhecer certas complexidades sociais, econômicas e políticas ligadas ao assunto.

A análise dos dados também nos permite afirmar que alguns licenciandos apresentam uma compreensão equivocada em relação aos aspectos científicos relacionados aos fenômenos climáticos, sobretudo ao não considerarem algumas das inúmeras complexidades relacionadas às origens, causas e efeitos desse tema. Especificamente em relação aos conhecimentos de Física ligados ao assunto, verificamos que grande parte dos licenciandos apresentam alguns importantes equívocos conceituais.

No entanto, deve-se destacar que alguns formandos possuem uma visão um pouco mais abrangente sobre o assunto. Eles são aqueles que, conforme indica nossa pesquisa, buscam informações sobre o tema em fontes mais confiáveis como, por exemplo, revistas de divulgação científica. É significativo apontar que essa autonomia deve ser mais trabalhada nos cursos de graduação em Ciências Naturais, sobretudo porque a escolha de boas fontes de informação não é uma tarefa trivial.

Ressaltamos, também, o fato de que alguns licenciandos destacam metodologias de ensino voltadas para o debate em sala de aula. Aliás, compreendemos que essa é uma metodologia de ensino apropriada para abordar temas controversos relacionados com a Ciência e a Tecnologia.

Referências

- AKASOFU, S. Is the Earth still recovering from the “Little Ice Age”? A possible cause of global warming. *International Arctic Research Center*, 2006. Disponível em <http://www.iarc.uaf.edu/highlights/2007/akasofu_3_07/Earth_recovering_from_LIA.pdf> Acesso: Março 2009
- ARCHIBALD, D. C. Climate Outlook 2030. *Energy & Environment*, v. 17, n.18, p.615-619, 2007. Disponível em: <http://climatepolice.com/Climate_Outlook_2030.pdf> Acesso: Março de 2009
- ANDRESEN, B.; ESSEX, C.; MCKITRICK, R. Does a global temperature exist? *J. Non-Equilibrium Thermodynamics*, v.32, p. 1-28, 2006
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência- Tecnologia – Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*. v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. Investigação qualitativa em educação. Porto: Porto Editora, 1994.
- COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. Research methods in education. London: RoutledgeFalmer, 2001
- FORGIARINI, M. S. e AULER, D. A abordagem de temas polêmicos na educação de jovens e adultos: o caso do "florestamento" no Rio Grande do Sul, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n° 2, p. 399-421, 2009. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen8/ART2_Vol8_N2.pdf>, Acesso em: dez. 2009
- HIEB, M.; HIEB, H. Water Vapor Rules the Greenhouse System. *Global Warming: A closer look at the numbers*. 2006. Disponível em: <http://www.geocraft.com/WVFossils/greenhouse_data.html> Acesso em: 12 nov. 2009.
- HOBSON, A. Teaching Relevant Science for Scientific Literacy Art Hobson. *Journal of College Science Teaching*, v. 30, n. 4, p. 238-43, 2001.
- IPCC - PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS DO CLIMA. Mudança do Clima 2007: A Base das Ciências Físicas. Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/portuguese/ar4-wg1-spm.pdf>> www.ipcc.ch.>. Acesso em: 30 jun. 2009.
- LEVINSON, R. Science or humanities: who should teach controversial issues in science? *Proposições* (Campinas), v.12, 2008.
- MARQUES, V. S. O efeito estufa e o aquecimento global. *Anuário do Instituto de Geociências*, Rio de Janeiro, v. 15, p. 93-106, 1999. Disponível em: <http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_1992/vol_15_93_106.pdf> Acesso: Março de 2009
- MONTEIRO, M. G. F. M. O Cientista, a Imprensa e a comunicação Pública da Ciência. *UNirevista*, vol.1, nº 3, 2006.

LINDZEN, R. S. Some coolness concerning global warming. *American Meteorological Society*, v.71, n.3, p. 288-299, 1990. Disponível em:
<[http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-477\(1990\)071<0288:SCCGW>2.0.CO;2](http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-477(1990)071<0288:SCCGW>2.0.CO;2)>
Acesso: Abril de 2009.

OLIVEIRA, E.; ENS, R. T.; ANDRADE, D. B. S. F.; MUSIS, C. R. Análise de conteúdo e pesquisa na área de educação. *Revista Diálogo Educacional*, v. 4, n. 9, p. 11-27, 2003.

PINA, A.; SILVA, L. F.; OLIVEIRA JUNIOR, Z. T. Mudanças Climáticas: reflexões para subsidiar esta discussão em aulas de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.27, n.3, 2010.

RAMSEY, J. The science education reform movement: implications for social responsibility. *Science Education*, v. 77, n. 2, p.235-258, 1993.

REIS, P. R. Ciência e Controvérsia. *REU*, v. 35, n. 2, p. 09-15, 2009.

REIS, P.R. *Controvérsias sócio-científicas: discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina ciências da terra e da vida*. Tese de Doutorado em Educação - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2004.

ROBINSON, A. B.; ROBINSON, N. E.; SOON, W. Environmental Effects of Increased Atmospheric Carbon Dioxide. *Journal of American Physicans and Surgeons*, v. 12, n. 3, 2007

SAMPAIO, Gilvan, MARENGO, José A. e NOBRE, Carlos. A atmosfera e as mudanças climáticas. In: Marcos Buckeridge. (Org.). *Biologia e Mudanças Climáticas no Brasil*. São Paulo: 2008, p. 23-46

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Revista Ciência & Ensino*, 1, número especial, 1-12, nov. 2007

SILVA, Luciano Fernandes. *A temática Ambiental, o Processo Educativo e os Temas Controversos: implicações teóricas e práticas para o ensino de Física*. Tese de Doutorado em Educação - Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo, 2007.

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. A temática ambiental e o processo educativo: o ensino de física a partir de temas controversos. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. especial, p.1-12, 2007

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. Professores de física em formação inicial: o ensino de física, a temática ambiental e os temas controversos. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 1, p. 135-148, 2009.

SVENZMARK, H. Cosmic Rays and Earth Climate. *Space Science Reviews*, v. 81, n. 22, p. 155-166, 2000.

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 & Ensino*, v. 1, n. especial, 2007

XAVIER, M. E. R.; KERR, A. S. A análise do efeito estufa em textos para-didáticos e periódicos jornalísticos. *Caderno Brasileiro de ensino de Física*, v.3, n. 21, p. 325-349, 2004.

ZUIN, V. G.; FREITAS, D. A utilização de temas controversos: estudo de caso na formação inicial de licenciandos numa abordagem CTSA. *Ciência & Ensino* (UNICAMP), v. 1, p. 1-9, 2007.

O primeiro autor desse trabalho agradece apoio da FAPEMIG.

O segundo autor desse trabalho agradece o apoio concedido pelo Ministério da Educação através de bolsa do Programa de Educação Tutorial.

DANIELLE APARECIDA DOS REIS Graduada em Física Licenciatura pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI - 2010). Desenvolveu trabalho de Iniciação Científica, com apoio da FAPEMIG (2009 e 2010). Atualmente é mestranda do Programa de Pós Graduação em Educação da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP - Rio Claro). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: Ensino de Física, Temas Controversos, Mudanças Climáticas e Enfoque CTS.

LUCIANO FERNANDES SILVA Graduado em Física pela Universidade de São Paulo (USP-1996), mestre em Educação pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP-2001) e doutor em Educação pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP-2007). Atualmente é professor Adjunto Doutor do Departamento de Física e Química da Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI. Foi professor adjunto da UESC durante 1 ano, atuando no curso de graduação em Física. Trabalhou dois anos na UFSCar como professor substituto, lecionando as disciplinas Prática de Ensino de Física e Didática. Atuou 04 anos no ensino superior privado, em curso de Licenciatura em Física. Foi durante sete anos professor de Física em escolas públicas e privadas de Ensino médio do Estado de São Paulo. Sua área de pesquisa está vinculada aos seguintes temas: Ensino de Física, Temática Ambiental, CTS, Formação de Professores e Temas Controversos.

AGENOR PINA Bacharel e Licenciado em Física pela Universidade Federal Fluminense (1983), mestre em Física pela Universidade de São Paulo (1994) e Doutor em Astrofísica pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2002). Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal de Itajubá. Atua na área de Ensino de Física e Astronomia na UNIFEI. Participa de projetos relacionados ao estudo da Radiação Cósmica de Fundo em Microondas.