

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

**RECURSOS TECNOLÓGICOS E TEMAS TRANSVERSAIS NO
ENSINO DA FÍSICA: UM ESTUDO DE CASO NO IFSul/CÂMPUS
CAMAQUÃ**

Leandro Neutzling Barbosa

Lajeado, dezembro de 2014

Leandro Neutzling Barbosa

**RECURSOS TECNOLÓGICOS E TEMAS TRANSVERSAIS NO ENSINO
DA FÍSICA: UM ESTUDO DE CASO NO IFSul/CÂMPUS CAMAQUÃ**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Ensino de Ciências Exatas-PPGECE do Centro Universitário Univates, como parte de exigência para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Exatas.

Orientadora: Dra. Eniz Conceição Oliveira

Coorientador: Dr. José Claudio Del Pino

Lajeado, dezembro de 2014

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTU SENSU
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de Mestrado.

**RECURSOS TECNOLÓGICOS E TEMAS TRANSVERSAIS NO
ENSINO DA FÍSICA: UM ESTUDO DE CASO NO IFSul/CÂMPUS
CAMAQUÃ**

Elaborada por
Leandro Neutzling Barbosa

Como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Ensino de Ciências Exatas

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof^a. Dr^a. Eniz Conceição Oliveira
(Orientadora)

Prof. Dr. José Claudio Del Pino
(Coorientador)

Prof. Dr. Marco Flores Ferrão

Prof. Dr. Italo Gabriel Neide

Prof^a. Dr^a. Ana Cecília Togni

Lajeado, dezembro de 2014

Aos meus filhos, Maurício e Henrique, por compreender que desenvolvimento tecnológico é fruto do conhecimento. Assim sendo, toda a tecnologia tem as prerrogativas humanas. Portanto, não é justo imputar às tecnologias rótulos de heroínas ou vilãs desta sociedade, e sim, ao caráter humano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram para a realização desta pesquisa, em especial, aos professores que tive do ensino fundamental à pós-graduação, por terem criado as condições necessárias para o meu desenvolvimento intelectual e humano.

Da mesma forma, a todos os colegas, que de maneira subliminar ajudaram nesse desenvolvimento, pois tive no convívio de ideais e ideologias distintas, a oportunidade de dialogar, divergir e consentir com as diferenças.

Também, sou imensamente grato ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense/IFSul, por ter propiciado as condições necessárias para a realização desta capacitação.

“A educação não pode escapar da fascinação tecnológica, porque é no fundo a mesma do conhecimento. Como foi nos espaços educacionais que o conhecimento mais se desenvolveu, seria de se esperar que o espaço que mais se beneficiaria dele seria a própria educação”. (DEMO, 2001, p. 26)

RESUMO

Salienta-se que o computador e o software educacional podem ser ferramentas nos processos de ensino e aprendizagem. Diante disso, a presente pesquisa visa analisar as potencialidades dos simuladores computacionais nos processos de ensino e aprendizagem através de uma abordagem transversal sobre o tema Efeito Estufa. A atividade foi desenvolvida com uma turma de estudantes do 2º ano do Curso Técnico em Automação Industrial- Forma Integrada, na disciplina de Física II do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul)/Câmpus Camaquã. A proposta adotou por base os pressupostos de uma pesquisa qualitativa com viés exploratório e delineamento metodológico de um estudo de caso. Os resultados foram discutidos a luz da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. É possível destacar que houve indícios de uma evolução significativa no conhecimento dos estudantes sobre o tema abordado. Dessa maneira, pode-se concluir que o simulador PhET tem potencial para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, Efeito estufa, Simulador PhET, Tema transversal, Tecnologias no ensino.

ABSTRACT

It stands out that computers and educational software may be tools for the teaching and learning processes. Therefore, this research aims to analyze the potentials of computer simulators in the teaching and learning processes through a transversal approach on the theme of Glasshouse Effect. The activity was developed with a class of students from the 2nd year of the Industrial Automation Technical Course – Integrated form, for the subject of Physics II at the Federal Institute for Education, Science and Technology in Rio Grande do Sul IF Sul/Camaquã Câmpus. The proposal adopted as a basis the presumptions of a qualitative research with exploratory bias and methodological outlining of a case study. The results are discussed in the light of Ausubel's meaningful learning theory. It is possible to highlight that there was possible to identify evidence of significant evolution in students' knowledge of the theme covered. Thus, it can be assumed that the PhET simulator has potential to aid in the teaching and learning process.

Key Words: Significance Learning, Glasshouse Effect, PhET Simulator, Transversal Theme, Technologies in Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Esquema das atividades desenvolvidas.....	45
Figura 2 - Imagem do simulador que demonstra a atmosfera quando selecionado a concentração de gases do Efeito Estufa em "Nenhum".	67
Figura 3 - Imagem do simulador que demonstra a atmosfera quando selecionado a concentração de gases do Efeito Estufa em "Muitos".	68
Figura 4 - Gráfico comparativo das respostas do pré-teste e do pós-teste referentes à alteração no juízo de valor quanto às influências provocadas no clima pelos gases do Efeito Estufa. ...	70
Figura 5 - Cenário “C” com a presença de nuvens.....	72
Figura 6 - Cenário “D” sem a presença de nuvens.	72
Figura 7 - Gráfico comparativo entre as respostas do pré-teste e do pós-teste sobre as influências das nuvens no Efeito Estufa.	73
Figura 8 - Demonstração da incidência de fótons solares na Terra.....	75
Figura 9 - Demonstração da incidência de fótons solares na Terra e a emissão dos primeiros fótons infravermelhos.	75
Figura 10 - Demonstração da incidência de fótons solares na Terra e o aumento da concentração de fótons infravermelhos emitidos pela terra com o passar do tempo.	76
Figura 11 - Incidência de fótons solares e a emissão fótons infravermelhos com distribuição homogênea.....	77
Figura 12 - Incidência de fótons solares e a emissão fótons infravermelhos com distribuição heterogênea.	77

Figura 13 - Gráfico comparativo entre as respostas do pré-teste e do pós-teste sobre os gases considerados pelos estudantes que contribuem para o Efeito Estufa.	79
Figura 14 - Incidência de fótons Infravermelhos sobre a molécula de CO ₂	80
Figura 15 - Incidência de fótons Infravermelhos sobre a molécula de H ₂ O.	81
Figura 16 - Incidência de fótons Infravermelhos sobre a molécula de CH ₄	81
Figura 17 - Incidência de fótons Infravermelhos sobre a molécula de N ₂	81
Figura 18 - Incidência de fótons Infravermelhos sobre a molécula de O ₂	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cronograma do desenvolvimento das atividades.	44
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Categorias e número de ocorrências sobre o conceito existente para o Efeito Estufa.	47
Tabela 2 - Categorias e número de ocorrências sobre o Efeito Estufa ser um fenômeno natural ou provocado pelo homem.	50
Tabela 3 - Categorias e número de ocorrências da questão três.	53
Tabela 4 - Categorias e número de ocorrências de cada gás que contribui ou não para o Efeito Estufa.	55
Tabela 5- Categorias e número de ocorrências de cada sequência dos gases que foram considerados como contribuintes para o Efeito Estufa.....	56
Tabela 6 - Categorias e número de ocorrência dos gases classificados conforme grau de contribuição no Efeito Estufa.	56
Tabela 7- Categorias e número de ocorrências sobre a interferência ou não das nuvens no Efeito Estufa.	59
Tabela 8 - Categorias, subcategorias e número de ocorrências sobre a existência ou não de uma relação entre o Efeito Estufa e o aquecimento global.....	62
Tabela 9 - Categorias e número de ocorrências sobre a analogia entre o efeito que ocorre num automóvel fechado e estacionado ao sol e o Efeito Estufa.....	64
Tabela 10 - Categorias e número de ocorrências sobre o juízo de valor dos estudantes sobre os gases do Efeito Estufa.....	66
Tabela 11- Categorias e número de ocorrências da questão dois do pós-teste.....	71
Tabela 12 - Categorias e número de ocorrências sobre a percepção dos estudantes com relação ao tipo de radiação que a Terra emite após ser aquecida pela luz solar.	74
Tabela 13 - Categorias e número de ocorrências sobre a relação entre a situação apresentada na simulação com camadas de vidro e o interior de um automóvel estacionado ao sol.....	76

Tabela 14- Categorias e número de ocorrências dos gases que os estudantes consideram contribuir para o Efeito Estufa.....	79
Tabela 15- Categorias e número de ocorrências sobre as possíveis causas do CO ₂ ser considerado o principal gás do Efeito Estufa.	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	- Análise de Conteúdo
ATD	- Análise Textual Discursiva
BDC	- Benéficos dependentes da concentração
BIC	- Benéficos independentes da concentração
BSD	- Berkeley Software Distribution
FR	- Forçamento radiativo
GPL	- Licença Pública Geral
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFSul	- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense
IPCC	- Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
MMA	- Ministério do Meio Ambiente
ONU	- Organização das Nações Unidas
PCN	- Parâmetros Curriculares Nacionais
PhET	- Physics Education Technology
TIC	- Tecnologias da Informação e Comunicação
WWF	- World Wild Fund

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Estrutura da Dissertação	17
1.2 Contextualização.....	18
1.3 Problemática	20
1.4 Objetivo Geral	21
1.5 Objetivos específicos.....	21
1.6 Justificativa	21
2 REVISÃO TEÓRICA	24
2.1 Recursos computacionais na educação	24
2.2 Efeito Estufa: um tema transversal no ensino de Física	32
2.3 Aprendizagem Significativa: concepções e possibilidades	35
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	41
3.1 Caráter da pesquisa.....	41
3.2 Delimitação da unidade-caso	43
3.3 Coleta de Dados	43
3.3.1 Pré-teste	44
3.3.2 Roteiro de atividades.....	44
3.3.3 Pós-teste	44
3.4 Análise e interpretação dos dados.....	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
6 PRODUÇÃO CIENTÍFICA	88
REFERÊNCIAS	89
APÊNDICES	97
APÊNDICE A - Plano de Ensino	97
APÊNDICE B - Pré-Teste.....	102
APÊNDICE C- Roteiro de atividades e Pós-teste.....	103

APÊNDICE D- Termo de consentimento livre e esclarecido	116
ANEXOS	117
ANEXO A- Carta de anuência	117

1 INTRODUÇÃO

Diante das inovações tecnológicas atuais, um dos grandes desafios da educação é oferecer condições para que as pessoas assumam uma postura autônoma frente às tecnologias do mundo moderno. Mundo, que segundo Severiano (2012), nos expõe a uma avalanche de informações que invade nossos sentidos. Tais informações serão assimiladas conforme o nosso corpo e intelecto julgarem apropriadas para as nossas necessidades, sendo rejeitadas as que foram julgadas irrelevantes.

É neste cenário que o professor está inserido. Portanto, é necessário que este se aproprie de tecnologias no seu cotidiano escolar, para que possa ter um comportamento mediador entre o estudante e as tecnologias da informação. Tendo em vista que os recursos tecnológicos são mutáveis, o sujeito é quem determinará o uso que fará desses recursos.

Assim sendo, Demo (2001) enfatiza que a educação deve se valer da sedução, do encantamento e da atração que as tecnologias causam nas pessoas, pois, estas são fruto do conhecimento desenvolvido nos próprios espaços educacionais.

Nesse sentido, percebe-se que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) podem auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem, mas para isto, torna-se basilar romper com a perspectiva de transmissão de conhecimento, que está fortemente presente na prática docente.

A esse respeito, Brandão e Richetti (2006, p. 63) reiteram sobre a importância de “[...] falar num novo perfil de professor, que exige a preparação para o uso da informática, não apenas no seu aspecto pedagógico, mas, sobretudo, privilegiando sua dimensão pedagógica”.

Dessa forma, o professor que estiver consciente de sua função social de sujeito transformador da realidade, reflexivo, capaz de reconhecer nas TIC as influências marcantes na relação social e as implicações profundas no modo de vida dos indivíduos, poderá potencializar a aprendizagem de seus estudantes.

Esta ideia se apoia nas palavras de Freire (2003, p.77), quando menciona que o professor “deve se assumir como sujeito de transformação no sentido mais radical”, ou seja, buscar melhores condições de trabalho, tanto no que tange ao material como espaço físico, salário, desenvolvimento de sua carreira, entre outros, quanto aos aspectos internos relacionados aos compromissos sociais.

Para tanto, cabe ao professor atribuir significado a esta numerosa “parafernália tecnológica” e assim poder contribuir na sua formação profissional e social. Na realidade, não basta que o estudante saiba as funções de todas as teclas e botões, é preciso que exista significação humana e social.

Neste contexto, é válido salientar que o computador e o *software* educacional são ferramentas nos processos de ensino e aprendizagem. Desse modo, uma aula que esteja descontextualizada da realidade do estudante, não atenderá os processos de ensino e aprendizagem de maneira eficaz e, não o fará, mesmo utilizando recursos tecnológicos.

Portanto, não bastam as ferramentas, é necessário saber o que fazer com elas, como as utilizar para melhorar os resultados do processo. Cabe enfatizar que, somente, o professor conseguirá potencializar a aprendizagem com o uso de TIC, no momento em que se sentir incluído digitalmente.

Para isto, necessita não apenas de aparatos tecnológicos, como computadores e *softwares*, lousas digitais etc, mas, torna-se imprescindível, permitir-se refletir sobre sua prática pedagógica, buscando uma adequada formação permanente, tendo consciência de sua função social.

Assim, sabendo-se da importância de envolver a dimensão social nos processos de ensino e aprendizagem, será abordado neste estudo o tema sobre o Efeito Estufa. Tal tema está inserido na sala de aula sob a ótica da transversalidade, conforme recomendam os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998) e, também, preconizado pela Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999).

Ainda, é válido destacar que algumas pesquisas têm procurado investigar as influências das TIC nos processos de ensino e aprendizagem, utilizando simulações computacionais no ensino da Física, salientando a importância do estudo dessa temática (ARAUJO, 2005; VEIT, TEODORO, 2002; MACEDO, 2009; CARDOSO, 2011; MEDEIROS; MEDEIROS, 2002).

Diante do exposto, este estudo buscará analisar as potencialidades de um simulador computacional nos processos de ensino e aprendizagem. Propõe-se, para isto, a utilização do simulador computacional *Physics Education Technology* (PhET) da *University of Colorado Boulder*, a partir da simulação “Efeito Estufa”, disponível para *download* no endereço eletrônico http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/greenhouse.

1.1 Estrutura da Dissertação

A dissertação está organizada em seis capítulos. No primeiro, denominado “Introdução”, apresenta-se a delimitação do tema, a estrutura da dissertação, sua contextualização, problematização, objetivos e justificativa.

O segundo capítulo, “Referencial teórico”, aborda o aporte teórico da pesquisa, tendo por finalidade tecer ideias sobre o tema em questão, comparando-as e confrontando-as com as de outros autores. É constituído de três subcapítulos, sendo o primeiro, intitulado “Recursos computacionais na educação”, no qual expõe um panorama geral sobre o uso de tecnologias na educação, elencando os tipos de *softwares* existentes, os critérios de escolha e as possibilidades de utilização destes. O segundo, “Efeito Estufa: um tema transversal no ensino de física” tem como objetivo apontar as principais ideias sobre o assunto e a sua possível abordagem como tema transversal no ensino de física. No terceiro, denominado de “Aprendizagem significativa: concepções e possibilidades” apresenta-se os pressupostos da teoria proposta por David Ausubel e as suas possibilidades em mediar o uso de tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem.

O terceiro capítulo, “Metodologia da pesquisa”, retrata sobre as características da pesquisa, seus delineamentos, coleta, análise e interpretação de dados.

Já, o quarto, apresenta os resultados e discussões, o quinto, traz as considerações finais, e, o último e sexto, as produções científicas derivadas deste estudo.

1.2 Contextualização

Este estudo foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul)/Câmpus¹ Camaquã, com a Turma de estudantes do 2º ano do Curso Técnico em Automação Industrial - Forma Integrada, na disciplina de Física II.

Esta turma tem suas aulas concentradas no turno da tarde e é composta por 15 estudantes, sendo 11 meninos e quatro meninas, distribuídos na faixa etária entre 15 e 19 anos. Os conteúdos abordados seguem o Plano de Ensino e estão de acordo com a Ementa da Disciplina, sendo apresentados no Apêndice A.

Torna-se importante caracterizar o local de estudo. Para tanto, serão apresentadas algumas características do IFSul e do município de Camaquã, onde está situado o referido Câmpus.

O município de Camaquã, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) possui, atualmente, uma área de 1.679,434 km² e conta com uma população de 62.764 habitantes.

Camaquã está localizado na

[...] serra do Sudeste (Encosta da Serra do Sudeste); faz parte da Região Centro-Sul; localiza-se a 30°, 51 minutos de latitude Sul e 51° e 48 minutos de longitude Oeste, situando-se à margem direita da Laguna dos Patos e à margem esquerda do Rio Camaquã, distante 127 km da Capital do Estado - Porto Alegre [...] (CAMAQUÃ, 2014, texto digital).

Cabe salientar que no segundo semestre do ano de 2010 começaram as atividades da primeira instituição federal de ensino no município, o IFSul, integrante da rede federal de ensino. Assim,

[...] foi criado a partir do CEFET-RS, mediante Lei nº11.892, de 29 de dezembro de 2008. Sua [...] sede administrativa está localizada em Pelotas/RS, é formado por doze campi: Pelotas, Pelotas-Visconde da Graça, Sapucaia do Sul, Charqueadas, Passo Fundo, Bagé, Camaquã, Venâncio Aires, Santana do Livramento Saporanga (em implantação), Lajeado (em implantação) e Gravataí (em implantação). [...] caracterizado pela verticalização do ensino, oferta educação profissional e

¹Neste estudo utilizaremos a grafia Câmpus, tanto no singular como no plural e sem o grifo itálico, denominação das Unidades de Ensino do IFSul, de acordo com orientação do Ministério da Educação. Trata-se da forma portuguesa utilizada como alternativa às formas latinas Campus (singular) e Campi (plural), agora adotadas pelos IFs no país, tomando como referência, entre outros pareceres, a Nota Lexicológica emitida pela Profª. Drª. Enilde Faulstich, da Universidade de Brasília (INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE, 2014, texto digital).

tecnológica em diferentes níveis e modalidades de ensino, assim como articula a educação superior, básica e tecnológica (INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE, 2013b, texto digital).

O Câmpus Camaquã está situado na Rua Ana Gonçalves da Silva, 901, Bairro Olaria, na cidade de Camaquã, no Rio Grande do Sul (RS), às margens da BR 116. Desse modo, o Câmpus Camaquã

[...] foi concebido dentro de um contexto regional considerando aspectos físicos, econômicos, políticos e socioculturais. Tem como princípio básico suscitar o desejo permanente pelo conhecimento. Assume o compromisso de ser um espaço de produção de saber por excelência e o desafio de formar um cidadão livre e responsável, capaz de ter iniciativas e tomar decisões diante dos avanços tecnológicos, auxiliando no processo de construção social do conhecimento (INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE, 2013a, texto digital).

O Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Automação Industrial - forma integrada do Câmpus Camaquã, especifica o público alvo, os requisitos de acesso, o perfil e o campo de atuação dos egressos, dentre outros itens. Pode-se considerar que

[...] para ingressar no Curso Técnico em Automação Industrial, os candidatos deverão ter concluído o Ensino Fundamental. O processo seletivo para ingresso no curso será regulamentado em edital específico. Técnico em Automação Industrial é o profissional que, agindo conforme normas técnicas e procedimentos de qualidade, segurança, meio ambiente e saúde (QSMS), está habilitado para projetar, instalar, operar, programar e manter sistemas de controle e automação e equipamentos utilizados nos processos industriais. O campo de atuação desse profissional compreende indústrias, preferencialmente as de processos de fabricação contínuos, tais como petroquímicas, de alimentos e de energia; laboratórios de controle de qualidade, de manutenção e pesquisa; empresas integradoras e prestadoras de serviço (INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE, 2013c, p. 4-5).

Atualmente, o Câmpus Camaquã conta com sete pavilhões que abrigam os seguintes espaços: sala da coordenação, coordenadoria de registros escolares (Coreges), mini-auditório, auditório, biblioteca, fermentaria, central de ar comprimido, laboratório de eletrônica digital e microcontroladores, laboratório eletrônica analógica e de potência, laboratório de controle de processos, laboratório de acionamentos elétricos, laboratório de hidráulica e pneumática, laboratório de instalações elétricas industriais, laboratório de redes, laboratório de informática 01, laboratório de informática 02, laboratório de informática 03, salas de aula, laboratório de física, laboratório de química ambiental e biologia, laboratório de química geral e físico-química e quadra poliesportiva.

Para a realização deste estudo, foi utilizada a sala de aula 405 e o laboratório de informática, ambos localizados no Prédio 400.

1.3 Problemática

Pode-se dizer que a escola atual está inserida em uma sociedade na qual Ciência e Tecnologia se destacam, apresentando um alto grau de desenvolvimento, que proporcionou diversos avanços nos campos da medicina, das telecomunicações, da informática etc.

Neste cenário, é possível destacar a Física, como uma das ciências que contribuiu significativamente para tais avanços. Pode-se citar, como exemplo, o conhecimento sobre eletromagnetismo, que possibilitou gerar energia elétrica em larga escala, e também desenvolver tecnologias mais específicas como o ultrassom utilizado para diagnósticos de doenças ou aparelhos geradores e receptores de ondas etc.

Autores, como Fazzio et al., destacam tais contribuições, ao enfatizar que

[...] no mundo moderno é bem reconhecida a importância das contribuições da física para os avanços tecnológicos, tanto em áreas tradicionais como a indústria nuclear e da defesa, transportes e geração e distribuição de energia, quanto em alguns setores mais modernos, como o aeroespacial e o de semicondutores. Menos evidente, e por isso de percepção mais limitada, é o grau de pervasividade da física em outros ramos da atividade econômica – onde ela é frequentemente um ingrediente “oculto” – como na indústria química, tão próxima que por vezes a distinção entre as duas ciências se faz tênue, ou na de software, onde conceitos físicos de fronteira servem de base para modelos computacionais inovadores (FAZZIO et al., 2007, p.42).

Diante disso, é inegável que os reflexos do desenvolvimento desta ciência possibilitaram uma verdadeira avalanche tecnológica na sociedade moderna. Mas, por outro lado, o ensino da Física tem se mostrado como algo complicado, enigmático, incompreensível pela maioria dos estudantes.

Neste sentido, Riski Filho (2011) ressalta que são vários os motivos que levam a Física a ser estigmatizada como um “bicho papão”, entre eles, ameaças de reprovação, notas baixas, barreiras mentais e psicológicas criadas pelos professores, dentre outros. Tais motivos acabam por exaltar as dificuldades desta ciência, deixando de explorar seu lado fascinante.

Estas e outras constatações também foram observadas pelo proponente desta pesquisa, durante os mais de 14 anos desenvolvendo atividades nas escolas de ensino básico. Estas observações foram feitas a partir de relatos de estudantes e de seus pais e de colegas de profissão, sendo possível perceber a aridez que cerca os processos de ensinar e aprender Física.

Desse modo, sentiu-se a necessidade de investigar, ainda, que de forma pontual, uma maneira de utilizar os recursos tecnológicos, mais especificamente, simuladores computacionais, no intuito de tentar facilitar e estimular os estudantes a estudar Física.

Neste contexto, a questão de pesquisa é: como utilizar simulador computacional como uma ferramenta capaz de potencializar os processos de ensino e aprendizagem da Física no ensino básico?

1.4 Objetivo Geral

Investigar o uso do simulador computacional, do repositório PhET, através da simulação “Efeito Estufa”, como ferramenta capaz de potencializar os processos de ensino e aprendizagem da física.

1.5 Objetivos específicos

- a) Realizar levantamento das concepções prévias dos estudantes sobre Efeito Estufa e avaliar a evolução conceitual sobre o tema;
- b) Verificar o potencial do simulador PhET relativo a inserção de conceitos relacionados ao Efeito Estufa;
- c) Construir um roteiro de utilização do simulador PhET capaz de auxiliar na compreensão do Efeito Estufa na educação básica;
- d) Abordar o estudo do Efeito Estufa como tema transversal no ensino da física.

1.6 Justificativa

A inserção do computador nas escolas vem crescendo progressivamente em todo o mundo. Portanto, é de bom senso aceitar a ideia que a escola, como parte integrante de uma civilização que avança tecnologicamente, procure saber utilizá-la com finalidades educativas (DEMO, 2001).

Neste sentido, a inserção dos computadores foi recomendada a partir dos PCN, deixando explícita a finalidade de proporcionar aos estudantes acompanharem

[...] o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, por exemplo, tomando contato com os avanços das novas tecnologias na medicina, através de tomografias ou diferentes formas de diagnósticos; na agricultura, através das novas formas de conservação de alimentos com o uso das radiações; ou ainda, na área de

comunicações, com microcomputadores, CDs, DVDs, telefonia celular, TV a cabo (BRASIL, 2002, p 15).

Dentre as finalidades que professores e pesquisadores vêm investigando, ressaltam-se as possibilidades de melhoria nos processos de ensino e aprendizagem. Tal iniciativa é fundamental para descobrir métodos que permitam romper com o modelo tradicional de ensino, principalmente, na área das ciências exatas.

De acordo com os PCN (BRASIL, 1998, p. 34), a “tendência atual, em todos os níveis de ensino, é analisar a realidade segmentada, sem desenvolver a compreensão dos múltiplos conhecimentos que se interpretam e conformam determinados fenômenos”.

Ainda, sobre o tema em análise, os PCN (BRASIL, 1998) enfatizam que os fenômenos devem ser abordados sob o enfoque de várias disciplinas, possibilitando a sua compreensão ou a solução de um problema concreto sob diferentes ângulos.

Para tanto, não significa que tais abordagens passem necessariamente pela criação de novas disciplinas. Mas, seguindo o que apontam os PCN (BRASIL, 1998), estas abordagens podem ser realizadas através de temas transversais.

Dessa maneira, torna-se importante salientar a Política Nacional de Educação Ambiental, instituída pela Lei Federal nº 9795, de 27 de abril de 1999, que preconiza no Art. 10 que “A educação ambiental será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal”. Para complementar, o parágrafo afirma também que “A educação ambiental não deve ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino” (BRASIL, 1999).

Assim sendo, ao trabalhar o tema Termologia, conteúdo curricular previsto no Plano de Ensino da referida turma, abordou-se sobre o Efeito Estufa. Tal abordagem se mostrou pertinente, pois a Termologia, segundo Gaspar (2007), é a parte da Física que estuda o calor, as mudanças de estado físico da matéria, os processos de transferência de calor, as transformações termodinâmicas, dentre outros.

Assim sendo, a partir de observações feitas durante as aulas de Física II com a turma do Técnico em Automação Industrial do IFSul/Câmpus Camaquã, fui motivado a investigar, ainda, que de forma pontual, a relevância do uso das TIC com o uso de *softwares* Educacionais, mais especificamente, simuladores computacionais no ensino da Física.

Acredita-se que esta ferramenta seja capaz de auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem, sendo que o tema escolhido, Efeito Estufa, se insere nesta proposta sob o enfoque da transversalidade.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 Recursos computacionais na educação

Diversas expectativas foram geradas com a inserção dos computadores ou com os laboratórios de informática nas escolas. Assim, chega-se a pensar que os problemas, tais como a dificuldade de aprendizagem ou o desinteresse demonstrado pelos estudantes nas aulas, estariam resolvidos simplesmente com a implantação de uma sala cheia de máquinas e com regras de utilização muito mais rígidas do que as da sala de aula dita “normal”.

Para tanto, Adrián e Llano destacam que

[...] muitas pessoas afirmam que os computadores e todas as novas tecnologias da informação e comunicação devem ser inseridos nos centros educacionais. Mas, quando lhes perguntamos por que as ditas tecnologias deveriam se inserir nos centros educacionais, geralmente deparamos com respostas como: “porque a escola não pode ficar para trás” ou “porque precisamos nos modernizar” (ADRIÁN; LLANO, 2006, p. 29, grifo dos autores).

Esta modernização que nos sugerem não pode ser entendida no sentido de estar na moda, como quem está usando uma camisa moderna ou um *smartphone* de última geração, mas de acompanhar as evoluções tecnológicas.

Passado algum tempo, percebe-se que nos enganamos, as salas de informática têm o mesmo efeito que os laboratórios de química, física ou biologia. Infelizmente, em muitas escolas, estas salas continuam a não fazer diferença nos processos de ensino e aprendizagem (BRANDÃO, 1995).

Neste sentido, Valente (1999b, p. 22) afirma que utilizar o “computador para passar informação, informatizando o processo tradicional de ensino existente, não necessita de maiores conhecimentos técnicos nem constitui uma inovação educacional”.

As TICs devem ser utilizadas como meios, buscando atingir fins educativos. Assim sendo, torna-se necessário aproximar os avanços tecnológicos às escolas. Nesse contexto, é fundamental investir na formação continuada dos professores para torná-los aptos a utilizar tais tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem.

Desta maneira, Brandão destaca

[...] que é necessário dar prioridade absoluta à formação docente, não tanto no sentido de fornecer aos professores um conhecimento mínimo sobre Informática, e mais precisamente sobre Computação. É necessário, também, e, sobretudo, fornecer bases para o seu uso crítico, de modo a garantir que a inserção de instrumentos informáticos no processo educativo ocorra com plena consciência da sua viabilidade, validade e oportunidade no processo ensino-aprendizagem (BRANDÃO, 1995, p. 42).

De uma forma mais detalhada, Valente descreve quatro pontos fundamentais capazes de integrar a informática nas atividades pedagógicas, que são:

- Propiciar ao professor condições para entender o computador como uma nova maneira de representar o conhecimento, provocando um redimensionamento dos conceitos já conhecidos e possibilitando a busca e compreensão de novas ideias e valores. Usar o computador com esta finalidade requer a análise cuidadosa do que significa ensinar e aprender, bem como demanda rever o papel do professor neste novo contexto;
- Propiciar ao professor a vivência de uma experiência que contextualiza o conhecimento que ele constrói. É o contexto da escola e a prática dos professores que determinam o que deve ser abordado nas atividades de formação;
- Prover condições para o professor construir conhecimento sobre as técnicas computacionais, entender por que e como integrar o computador em sua prática pedagógica e ser capaz de superar barreiras de ordem administrativa e pedagógica. A integração do conhecimento computacional, da prática pedagógica e das especificidades institucionais possibilita a transição de um sistema fragmentado de ensino para uma abordagem integradora de conteúdo voltada para a resolução de problemas específicos do interesse de cada aluno;
- Criar condições para que o professor saiba recontextualizar o que foi aprendido e a experiência vivida durante a formação para a sua realidade de sala de aula, compatibilizando as necessidades de seus alunos e os objetivos pedagógicos que se dispõe a atingir. Sem esta recontextualização, o professor tende a impor no seu contexto de trabalho um conhecimento que foi adquirido em uma situação diferente da sua realidade (VALENTE, 2003, p. 3).

Assim, é importante ressaltar que não bastam os computadores, os *softwares*, as multimídias de última geração, são indispensáveis abordagens didático-metodológicas contextualizadas e integradas. Esta orientação é enfatizada por Almeida, ao salientar que

[...] o professor com uma atitude crítico-reflexiva diante de sua prática trabalha em parceria com os alunos na construção cooperativa do conhecimento, promove-lhes a fala e o questionamento e considera o conhecimento sobre a realidade que o aluno traz para construir um saber científico que continue a ter significado. Para tanto, é preciso desafiar os alunos em um nível de pensamento superior ao trabalho no treinamento de habilidades e incitá-los a aprender (ALMEIDA, 2000, p. 81-82).

Pode-se dizer que estamos frente a um desafio, que exige, segundo Mercado (1999, p. 12), “uma nova configuração do processo didático e metodológico tradicionalmente usado em nossas escolas nas quais a função do estudante é a de mero receptor de informações”, passando esta a ser substituída por uma outra abordagem que permita a inserção crítica dos envolvidos.

Reforçando esta ideia, Valente complementa que se

[...] o educador dispuser dos recursos da Informática, terá muito mais chance de entender os processos mentais, os conceitos e as estratégias utilizadas pelo aluno e, com essa informação, poderá intervir e colaborar de modo mais efetivo nesse processo de construção de conhecimento (VALENTE, 1999b, p. 22).

Diante do exposto, torna-se necessário que o professor encontre metodologias adequadas para introduzir a informática em suas aulas. Para tanto, exige que estas sejam feitas com intencionalidade pedagógica, possibilitando, dessa maneira, ensinar e aprender, através dos recursos tecnológicos.

Conforme Adrián e Llano (2006, p. 37) existem várias formas de inserir os computadores na educação. No entanto, os autores ressaltam que, “os computadores podem cumprir três papéis diferentes: atuar como instrutor dos educandos, ser uma ferramenta de trabalho ou atuar como um aprendiz dos educandos”.

Para complementar, Adrián e Llano (2006, p. 38) afirmam que o computador atua como instrutor quando é “encarregado de transmitir informação ao estudante. Baseando-se em uma estrutura predeterminada, dedica-se a ensinar conceitos, a estimular a prática de habilidades e a avaliar a aprendizagem”. Um exemplo desta aplicação são os *softwares* tutoriais, no qual o estudante recebe as informações inseridas no computador, previamente definidas, sendo que o estudante por sua vez deverá escolher as respostas já programadas e prontas.

À medida que o estudante avança na interação com o conhecimento organizado, vai fazendo os exercícios, normalmente, visando à fixação do conteúdo. Para Valente (1999a), uma limitação deste tipo de *software* é que não possibilita a verificação se houve ou não a construção do conhecimento, pois a

[...] ação do aprendiz se restringe a virar páginas de um livro eletrônico ou realizar exercícios, cujo resultado pode ser avaliado pelo próprio computador. Essas atividades podem facilmente ser reduzidas ao fazer, ao memorizar informação, sem exigir que o aprendiz compreenda o que está fazendo (VALENTE, 1999a, p. 90).

O computador atuará como ferramenta na visão adotada por Adrián e Llano (2006), quando o estudante já possui habilidades, sendo sua função de potencializá-las. Um exemplo disso refere-se à utilização de um editor de texto. Neste caso, a função do computador é facilitar à escrita, o usuário poderá utilizar para escrever textos com a possibilidade de formatá-los, posteriormente. Contudo, não há ação de reflexão sobre o que está sendo escrito.

De acordo com Valente (1999a, p. 93), “o aprendiz pode ler o texto, mas se o computador não pode executar o conteúdo do texto, não há resultados sobre conteúdo que possam ser comparados com a ideia original”.

Na perspectiva de Adrián e Llano (2006, p. 42, grifo dos autores), o computador como aprendiz é inserido na escola, sendo que “o educando pode aplicar e testar suas ideias, sobre determinados assuntos nos “laboratórios”, que podem ser construídos dentro dos próprios computadores”. É possível citar, como exemplo, os simuladores e os programas de linguagem de programação.

Assim sendo, a programação do computador leva o sujeito envolvido nos processos de ensino e aprendizagem a construir uma sequência de passos que será utilizada para resolver um determinado tipo de problema, que poderá ser testada e alterada exaustivamente, até que se atinja o objetivo proposto.

Com a finalidade de distinguir *software* educacional de outros *softwares*, aprofundar-se-á este tema apresentando as principais ideias envolvidas. Sendo que, primeiramente, será feita uma abordagem mais genérica sobre o assunto.

Fernandes define *software* como

[...] sendo uma sentença escrita em uma linguagem computável, para a qual existe uma máquina (computável) capaz de interpretá-la. A sentença (o *software*) é composta por uma sequência de instruções (comandos) e declarações de dados,

armazenável em meio digital. Ao interpretar o *software*, a máquina computável é direcionada à realização de tarefas especificamente planejadas, para as quais o *software* foi projetado (FERNANDES, 2002, texto digital).

Os *softwares* podem ser classificados em livres ou de domínio público. Campos lembra que a definição de *software* livre foi criada pela *Free Software Foundation*, sendo

[...] o software que pode ser usado, copiado, estudado, modificado e redistribuído sem restrição. A forma usual de um software ser distribuído livremente é sendo acompanhado por uma licença de software livre (como a GPL ou a BSD), e com a disponibilização do seu código-fonte (CAMPOS, 2006, texto digital).

Já, os *softwares* em domínio público, segundo Campos (2006, texto digital) referem-se quando o “autor do software renuncia à propriedade do programa (e todos os direitos associados) e esse se torna um bem comum”.

Ainda, de acordo com Campos (2006), os *softwares* livres ao serem utilizados juntamente com as devidas licenças como GPL (Licença Pública Geral) e BSD (*Berkeley Software Distribution*) garantem os direitos autorais do programador/organização e está relacionado à existência simultânea de quatro tipos de liberdade para os usuários, definidas pela *Free Software Foundation*, que são:

- A liberdade de executar o programa, para qualquer propósito (liberdade nº 0);
- A liberdade de estudar como o programa funciona, e adaptá-lo para as suas necessidades (liberdade nº 1). Acesso ao código-fonte é um pré-requisito.
- A liberdade de redistribuir cópias de modo que você possa ajudar ao seu próximo (liberdade nº 2);
- A liberdade de aperfeiçoar o programa, e liberar os seus aperfeiçoamentos, de modo que toda a comunidade se beneficie (liberdade nº 3). Acesso ao código fonte é um pré-requisito para esta liberdade (CAMPOS, 2006, texto digital).

Pode-se dizer que *Software* Educacional, de acordo com Giraffa e Viccari (1996, p. 13), “é um programa que visa atender necessidades e possui (ou deve possuir) objetivos pedagógicos”. Os autores, ainda, ressaltam que todo *software* “pode ser considerado educacional, desde que sua utilização esteja inserida num contexto e numa situação de ensino-aprendizagem, onde existe uma metodologia que oriente o processo”.

É possível encontrar um grande número de *softwares* educacionais no mercado. Para Freire e Prado (1999), o desenvolvimento destes *softwares* foi impulsionado nos últimos anos, provocando uma avalanche de novas opções no mercado.

Frente aos números cada vez maiores de *softwares* educacionais, o desafio é escolher qual é o mais adequado a ser utilizado. Tal preocupação é compartilhada por Freire e Prado, ao afirmarem que

[...] a questão fundamental é como lidar com tanta diversidade. Há alguns anos, a escolha dos educadores restringia-se a duas opções: Programas de Instrução Programada e Linguagem de Programação, o Logo. Hoje, a Informática na Educação, conta com muitas novidades e o dilema do educador é: o que escolher? (FREIRE; PRADO, 1999, p. 111).

É evidente que a maioria dos professores já se deparou com algum tipo de *software*. Eles podem ser encontrados, por exemplo, na *internet* para *download*, em CDs que acompanham livros didáticos, nas bibliotecas das escolas, dentre outros. Portanto, devem-se fazer escolhas criteriosas no que se refere aos *softwares* que serão utilizados e a sua adequação em relação aos conteúdos e à infraestrutura do ambiente educacional.

Dessa maneira, Valente acrescenta que

[...] a integração do computador ao ambiente escolar é uma questão complexa. Implica compreender o papel que o computador pode assumir no processo de ensino e aprendizagem. Este papel não é homogêneo, depende, em grande parte, das intenções do educador e das características do programa computacional que se pretende utilizar (VALENTE, 1999a, p. 114).

Também, sobre o tema, Valente reforça que

[...] é necessário entender que qualquer tentativa para analisar os diferentes usos do computador na educação é problemática e pode resultar em uma visão muito simplista sobre o software e seu uso. Porém, pode tornar-se um exercício interessante e nos ajudar a entender o papel do computador e como ele pode ser efetivo no processo de construção do conhecimento (VALENTE, 1999a, p. 89).

Enfatiza-se que os *softwares* analisados por Valente (1999a) são do tipo tutoriais, programação, processador de texto, uso de multimídia e de *internet*, desenvolvimento de multimídia ou páginas na *internet*, simulação, modelagem e jogos.

Por meio de simulações digitais, o ser humano é capaz de criar situações virtuais para visualizar características de um caso real. Este tipo de aplicativo tem a função de possibilitar a interação do estudante com fenômenos do mundo real que, dificilmente, poderiam ser experimentados em uma relação direta.

Conforme Valente (1999a), um *software* de simulação é caracterizado quando, por parte do usuário, cabe a alteração de certos parâmetros e a observação do comportamento do fenômeno, de acordo com os valores atribuídos.

Medeiros e Medeiros (2002, p. 79) entendem que as “simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de objetos específicos reais ou imaginados, de sistemas ou fenômenos”. Esta simulação estaria baseada em um “modelo de uma situação real” processada através do computador a “fim de fornecer animações de uma realidade virtual”.

Complementando, Sampaio (2009) define simulação como sendo os resultados gerados pelos modelos em execução que elas contêm, mas que o usuário não tem acesso. Cardoso enfatiza que a

[...] utilização das simulações computacionais como ferramenta de ensino proporciona, além da interatividade entre aluno e conteúdo, a interatividade entre professor e aluno, promovida pelo *feedback* sobre os questionamentos do estudante e sistematização do conteúdo estudado (CARDOSO, 2011, p. 47).

As simulações computacionais podem ser úteis nos processos de ensino e aprendizagem, principalmente, quando não é possível a experimentação real do fenômeno, por motivos variados que vão desde a falta de equipamentos até por serem considerados perigosos.

Outros aplicativos podem ser utilizados no ambiente escolar com finalidade educativa, a saber: uso de multimídia e de *internet*, desenvolvimento de multimídia ou páginas na *internet*, tutoriais, programação, processador de texto e jogos.

Segundo Valente (1999a), a utilização do *software* multimídia e de *internet* pode limitar o usuário apenas às informações disponíveis no *software*, não oportunizando a compreensão da informação. Portanto, o uso de multimídia pronta e *internet* podem ajudar o estudante a obter informações, mas não a compreender ou construir conhecimentos.

Para acrescentar, Valente (1999a) ressalta que os sistemas multimídia já prontos assemelham-se aos Tutoriais, no qual o usuário deverá fazer escolhas entre as alternativas apresentadas pelo *software*. Ou seja, são atividades que auxiliam o estudante a adquirir informação, mas não a compreender ou construir conhecimento com as informações obtidas.

A diferença entre o desenvolvimento de multimídia ou páginas de *internet* para o simples uso desses *softwares* se dá principalmente porque ao desenvolver, o usuário tem que relacionar com conhecimentos e/ou informações prévias.

De acordo com Valente, neste tipo de *software*,

[...] o aprendiz está desenvolvendo um projeto e representa-o em termos de uma multimídia, usando para isso um sistema de autoria, ele está construindo uma sucessão de informações apresentadas por diferentes mídias. Tem que selecionar informação da literatura ou de outro software e pode ter que programar animações para serem incluídas na multimídia que está sendo desenvolvida. Uma vez incluídos os diferentes assuntos na multimídia, o aprendiz pode refletir sobre e com os resultados obtidos, depurá-los em termos da qualidade, profundidade e do significado da informação apresentada. Construir um sistema multimídia cria a chance para o aprendiz buscar informação, apresentá-la de maneira coerente, analisar e criticar essa informação apresentada (VALENTE, 1999a, p. 94).

Quanto aos jogos, é possível dizer que se constituem em ferramentas que possibilitam a abordagem de conteúdos de maneira lúdica. Assim, Valente (1999a) ressalta que os jogos tentam desafiar e motivar o estudante, envolvendo-o em uma competição com a máquina ou com colegas.

Dessa forma, alguns critérios devem ser observados para a escolha do *software* simulador. Para o presente estudo, adotaram-se os critérios apontados por Macedo e descritos na sequência:

a) Facilidade de utilização

Este item se refere a duas características: *Ergonomia*, ou seja, o uso do *applet* deve ser cômodo, não oferecendo dificuldades ao aluno na realização de suas tarefas; e a presença de *Instruções de uso*, deve-se sempre incluir um texto explicativo ilustrando o funcionamento do *applet*, bem como possibilidades das configurações do mesmo;

b) Grau de interatividade

A interatividade consiste na possibilidade que o estudante tem de alterar parâmetros, valores, variáveis, características das magnitudes e elementos que intervêm na animação. Assim, este item se refere à *Configuração interna*, que permite ao usuário modificar os valores de certas magnitudes significativas do problema em estudo, tomando-se o cuidado para que o número de botões não seja excessivo; e à *Configuração externa*, ou seja, que possibilita a adaptação do *applet* às necessidades específicas do professor;

c) Confiabilidade da origem

É aconselhável que antes de serem utilizadas, as animações sejam testadas para verificar a veracidade dos conceitos trabalhados, bem como as margens de aplicação, a fim de que os alunos não tenham uma visão equivocada da realidade. [...] utilizar simulações disponíveis em páginas de órgãos educacionais, universidades ou grupos de trabalhos de grande prestígio;

d) Disponibilidade temporal (MACEDO, 2009, p. 40).

Cabe lembrar que sobre a disponibilidade temporal, aconselha-se à utilização de simulações disponíveis em qualquer tempo e/ou que permitam fazer *download* para uso em escolas que não tenham acesso a internet (MACEDO, 2009).

Outra característica importante a ser observada na escolha do *software* refere-se ao tipo de licença adotado. Neste caso, deve-se dar preferência aos *softwares* sob GPL, que permitem alterações através do código fonte.

Diante do exposto, adotou-se as simulações do portal PhET, disponível no endereço http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/greenhouse sobre o Efeito Estufa, pois atende os critérios estabelecidos anteriormente.

2.2 Efeito Estufa: um tema transversal no ensino de Física

Um dos temas ambientais mais abordados nos últimos anos tem sido o Efeito Estufa. Tal fenômeno é apontado como sendo um dos responsáveis pelas catástrofes ambientais. Nesse sentido, é importante salientar a correta compreensão da sua dimensão, causas e consequências.

Conforme o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Efeito Estufa

[...] ocorre quando parte da energia solar que chega ao planeta é refletida diretamente de volta ao espaço, ao atingir o topo da atmosfera terrestre - e parte é absorvida pelos oceanos e pela superfície da Terra, promovendo o seu aquecimento. Uma parcela desse calor é irradiada de volta ao espaço, mas é bloqueada pela presença de gases de efeito estufa que, apesar de deixarem passar a energia vinda do Sol (emitida em comprimentos de onda menores), são opacos à radiação terrestre, emitida em maiores comprimentos de onda. Essa diferença nos comprimentos de onda se deve às diferenças nas temperaturas do Sol e da superfície terrestre (BRASIL, 2014, texto digital).

Ainda, de acordo com o MMA (BRASIL, 2014, texto digital), este fenômeno está relacionado com a presença desses gases na atmosfera que possibilita a vida humana na Terra, “pois, caso não existissem naturalmente, a temperatura média do planeta seria muito baixa, da ordem de 18 °C negativos”.

Assim sendo, é possível afirmar que o Efeito Estufa é um fenômeno natural. Mas então, porque somos bombardeados com informações que o consideram maléfico? Para Ker e Xavier (2004, p. 327), “os meios de comunicação acabam cristalizando os erros conceituais

junto à população, dando ao tema um caráter catastrófico, sem abordar a verdadeira contribuição antropogênica”.

Tais autores acrescentam que é necessário um tratamento mais rigoroso por parte dos meios de comunicação e dos autores de textos paradidáticos, pois mesmo que tenham por objetivo alertar sobre o problema, assumem comportamento não educativo e refletem uma tentativa de manipulação da população.

Nesse sentido, Braga complementa que

[...] o excesso de informações em forma de textos técnicos, análises, críticas, opiniões, interpretações superficiais, ao invés de embasar o conhecimento e auxiliar a tomada de decisão, acaba causando uma dispersão do conteúdo informacional que pode gerar conclusões mal fundamentadas e decisões equivocadas (BRAGA, 2003, p. 2).

De acordo com a *World Wild Fund* (WWF, 2014b), uma organização de conservação global, o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) confirmou, no seu primeiro relatório de 2007, que há 90% de certeza de que o homem é o responsável pelas mudanças do clima no planeta.

Pode-se salientar que o impacto do Efeito Estufa não é unanimidade entre os cientistas. Contudo, é possível evidenciar algumas de suas consequências, como elevação do nível dos oceanos, excessos de chuvas em determinadas regiões e déficits em outras, prejuízos e alterações na agricultura, entre outras.

Diante das diversas informações, muitas vezes, desconstruídas e não condizentes, que são divulgadas tanto na mídia quanto nos materiais paradidáticos, referentes ao Efeito Estufa, é essencial que este tema seja abordado nos componentes curriculares, buscando o debate e a troca de ideias. Pois, torna-se fundamental a formação de estudantes que possuam conhecimentos acerca de assuntos tão importantes e atuais, de maneira que estes estudantes possam ser reflexivos e críticos no que se refere a temas do seu cotidiano.

Assim sendo, ressalta-se que proporcionar um ensino de qualidade, que busque a autonomia do indivíduo, possibilitando-o compreender o mundo em que vive, requer um ensino contextualizado. Para tanto, é fundamental que sejam abordados temas do seu cotidiano sob a perspectiva da transversalidade.

Neste sentido, os PCN (BRASIL, 1998, p. 35), orientam para a inclusão dos Temas Transversais no ensino, mas ressaltam que esta medida exige um posicionamento diante de “problemas fundamentais e urgentes da vida social, o que requer uma reflexão sobre o ensino e a aprendizagem de seus conteúdos: valores, procedimentos e concepções a eles relacionados”.

Almeida (2006, p. 3) destaca que “para a escola atingir essa nova função social, torna-se necessário à inclusão dos Temas Transversais na estrutura curricular da escola”. Dessa maneira, visando cumprir com esta função, a escola deve abordar os temas do cotidiano do estudante sobre a ótica da transversalidade.

De acordo com os PCN,

[...] a transversalidade diz respeito à possibilidade de se estabelecer, na prática educativa, uma relação entre aprender conhecimentos teoricamente sistematizados (aprender sobre a realidade) e as questões da vida real e de sua transformação (aprender na realidade e da realidade) (BRASIL, 1998, p. 30).

Portanto, a abordagem transversal de conteúdos no ensino procura romper com a visão do ensino tradicional, no qual os conteúdos pouco ou nada se relacionam com a realidade do estudante.

Diversos temas como Ética, Meio Ambiente, Pluralidade Cultural, Saúde, Orientação Sexual, Trabalho e Consumo receberam a partir dos PCN (BRASIL, 1998) tratamento que indicou uma proposta metodológica, assim como sua abordagem didática. Dentre os temas apontados, o presente estudo destaca a área ambiental.

Dessa maneira, é importante citar a temática da educação ambiental, que deve ser inserida no currículo escolar de forma contínua, sistêmica e integrada, que atendam suas especificidades, mas que não se configure em uma nova disciplina. Para tanto, os PCN (BRASIL, 1998) optam por incluir tais temáticas no currículo, passando a ser denominadas de temas transversais. Com isso, a intenção da proposta é integrar as áreas convencionais, articulando o estudo escolar com questões sociais, permitindo articular tais conhecimentos à vida extra escolar.

2.3 Aprendizagem Significativa: concepções e possibilidades

A busca por teorias de aprendizagem que possam nortear e embasar os processos de ensino e aprendizagem tem sido objeto de investigação, tanto de professores quanto de instituições de ensino, que demonstram comprometimento com um projeto de educação em que o ensino tenha significado para o estudante.

A aceção do termo ensino, de acordo com o significado empregado anteriormente, deve ser compreendida como o ensino que permite ao indivíduo fazer conexões com conhecimentos já existentes na sua estrutura cognitiva. Enfatiza-se que este tipo de aprendizagem se dará quando a informação é internalizada pelo indivíduo.

Estas ideias são propostas por David Paul Ausubel, nascido em 1918 e falecido em nove de julho de 2008. Ausubel foi professor Emérito na Universidade de Columbia, em Nova York. Durante a sua carreira acadêmica dedicou-se a psicologia educacional. Atualmente, é conhecido por ser o criador da Teoria da Aprendizagem Significativa (MOREIRA, 2008).

Antes de analisar a Teoria da Aprendizagem Significativa, cabe mencionar que existem três tipos de aprendizagem aceitos em teoria, a saber: a cognitiva, a afetiva e a psicomotora, as quais serão descritas na sequência.

Segundo Moreira (2008, p.159-160), “aprendizagem cognitiva é aquela que resulta no armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende, e esse complexo é conhecido como estrutura cognitiva”. Já a aprendizagem afetiva é descrita por Moreira (2008, p.160) como resultado “de sinais internos ao indivíduo e pode ser identificada com experiência tais como prazer e dor, satisfação ou descontentamento, alegria ou ansiedade”. O autor ressalta, também, que as experiências afetivas sempre acompanham as experiências cognitivas.

Sobre aprendizagem psicomotora, Moreira destaca que

[...] a aprendizagem psicomotora envolve respostas musculares adquiridas por meio de treino e prática, mas alguma aprendizagem cognitiva é geralmente importante na aquisição de habilidades psicomotoras (MOREIRA, 2011, p. 160).

Vale salientar que os processos de aprendizagem estão interligados, mas será enfatizado, neste caso, o processo cognitivo, pois a teoria de Ausubel procura centrar-se no aspecto cognitivo. Assim, Moreira destaca que

Ausubel é um representante do cognitivismo e, como tal, propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, segundo o ponto de vista cognitivista, embora reconheça a importância da experiência afetiva. Para ele, aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva. Como outros teóricos do cognitivismo, ele se baseia na premissa de que existe uma estrutura na qual essa organização e integração se processam. É a estrutura cognitiva, entendida como o conteúdo total de ideias de um certo indivíduo e sua organização; ou, conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimento. É o complexo resultante dos processos cognitivos, ou seja, dos processos por meio dos quais se adquire e utiliza o conhecimento (MOREIRA, 2011 p.160).

Conforme Moreira (2008, p. 45), “a perspectiva cognitiva clássica da aprendizagem significativa é proposta por David Ausubel na década de sessenta”, sendo reiterada por ele no início do século XXI.

Para Ausubel (2003), o processo de aprendizagem significativa acontece pela recepção, contrariando outros autores que defendem que a aprendizagem ocorre pela descoberta. Porém, salienta que a aprendizagem significativa por recepção não é um processo passivo, e sim, dotado de ação e reflexão do estudante. Tal processo é facilitado pela organização metódica das disciplinas e dos conhecimentos adquiridos pelos sentidos durante a vida.

Nesse sentido, Ausubel (2003) destaca a importância da comunicação por meio de signos orais articulados, das estruturas conceituais das disciplinas, dos conhecimentos e das competências que o estudante já possui, isto é, dos conhecimentos prévios.

O processo de aprendizagem por recepção significativa, segundo Ausubel (2003, p. 1), “envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado”. Contudo, o material deve se relacionar com as estruturas cognitivas de forma “*não arbitrária*” e “*não literal*”, o que possibilita as novas ideias serem ancoradas nas já existentes. Dessa maneira,

A interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos. Devido à estrutura cognitiva de cada aprendiz ser única, todos os novos significados adquiridos são, também eles, obrigatoriamente únicos (AUSUBEL, 2003, p. 1).

Portanto, para Ausubel (2003, p.1), a “aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem de material significativo”, pois o material pode possuir elementos significativos, mas não necessariamente estarem encadeados com a estrutura cognitiva.

Assim, até mesmo um material interessante, bem estruturado, conceitualmente correto, pode ser aprendido por memorização.

Importante salientar os três tipos de aprendizagem por recepção significativa descritas por Ausubel (2003), sendo denominadas de aprendizagens: representacional, conceitual e proposicional.

A aprendizagem representacional ocorre quando o estudante relaciona o objeto ao símbolo. Esta aprendizagem pode ser comparada à aprendizagem por memorização. Mas, por sua vez, pode ser entendida como aprendizagem significativa, desde que a relação estabelecida não seja arbitrária (AUSUBEL, 2003).

A aprendizagem conceitual pode ocorrer de duas maneiras. A primeira prevalece nas crianças jovens, é caracterizada pela formação do conceito que ocorre a partir da interação direta com o meio. Já, a segunda, predominante nas crianças na fase escolar e nos adultos, se distingue por permitir a assimilação do conceito. Ocorre quando o indivíduo forma uma ideia a respeito das regularidades dos acontecimentos ou do objeto e começa a representá-los por símbolos, estabelecendo independência entre acontecimento ou objeto e o ser concreto (AUSUBEL, 2003).

Por fim, a aprendizagem proposicional resulta em dar significado às novas representações mentais, expressas na forma de proposições. Tal aprendizagem se assemelha a aprendizagem representacional, no que tange a formação de novos conceitos após a interação com o material potencialmente significativo, ou seja, os conteúdos das novas proposições interajam com o conteúdo de ideias existentes na estrutura cognitiva, assim, surge um novo conteúdo cognitivo, fruto da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003).

Para complementar, Ausubel (2003) faz referência à existência de três formas de aprendizagem proposicional, a saber: a subordinada (de subsunção), a subordinante e a combinatória.

A aprendizagem proposicional é considerada subordinada por Ausubel (2003) quando as expressões linguísticas de operações mentais potencialmente significativas adquirem significados para o indivíduo que aprende, no qual vincula com as ideias subordinantes, isto é, fixa-se em conhecimentos prévios já existentes em sua estrutura cognitiva, processo denominado de ancoragem.

Ausubel (2003) considera aprendizagem proposicional subordinante quando uma nova informação se relaciona com ideias ou conjunto de ideias preexistentes na estrutura cognitiva, permitindo fazer um novo rearranjo cognitivo destes. Também, denominada por Moreira (2008, p. 32) de aprendizagem proposicional superordenada, esta aprendizagem “ocorre quando o aprendiz percebe relações horizontais ou cruzadas, ou seja, não só as subordinadas [...]”.

Por último, de acordo com Ausubel (2003), aprendizagem combinatória ocorre quando é inviável estabelecer relação dos novos conteúdos com ideias exclusivamente subordinadas ou subordinantes da estrutura cognitiva existente no indivíduo, sendo que este pode fazer uma relação mais ampla, combinando conteúdos importantes e outros menos importantes. Assim, segundo Moreira (2008, p.33) sugere que “[...] a nova informação interage não com algum subsunçor específico, mas com o conhecimento prévio mais amplo do sujeito em um certo campo de conhecimento”.

Diante do exposto, percebe-se a distinção entre o processo de aprendizagem com retenção significativa e aprendizagem mecânica, na qual as novas informações são inseridas na estrutura cognitiva, mas, pouco ou nada, se relacionam com os conceitos já existentes. Dessa forma,

As aprendizagens por memorização, como é óbvio, não se levam a cabo num vácuo cognitivo. *Podem* relacionar-se com a estrutura cognitiva, mas *apenas* de uma forma arbitrária e literal que não resulta na aquisição de novos significados (AUSUBEL, 2003, p. 4 grifo do autor).

Por outro lado, tanto Ausubel (2003) quanto Moreira (2008) reiteram que não significam processos totalmente dicotômicos, pois muitas vezes, na ausência de conhecimentos relevantes pré-existent na estrutura cognitiva do indivíduo, denominados subsunçores, a aprendizagem por memorização antecede a aprendizagem significativa, permitindo que uma nova informação seja assimilada de forma não arbitrária e não literal.

Para tanto, a aprendizagem significativa depende da existência de subsunçores. Na ausência destes, Ausubel (2003) sugere a utilização de organizadores prévios.

Organizadores Prévios, conforme Moreira (2008), são materiais mais abrangentes em relação ao material de aprendizagem e têm por função ser a conexão entre as novas informações e o conhecimento preexistente na estrutura cognitiva do indivíduo que aprende.

Ainda, sobre isso, Ausubel (2003) menciona dois processos que estão relacionados, isto é, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

A diferenciação progressiva, segundo Ausubel (2003), é um processo que ocorre quando o aprendiz interage com o material potencialmente significativo, modificando e aperfeiçoando sequencialmente os seus significados. Para Moreira (2008), conforme o indivíduo vai assimilando os conceitos de um determinado campo progressivamente adquirem novos conhecimentos, permitindo diferenciar seus subsunçores.

No entanto, Moreira (2008, p. 35) salienta que a “diferenciação progressiva não pode prosseguir indefinidamente, sob pena de o indivíduo não perceber semelhanças, igualdades, relações, significados ideias e conceitos”.

Assim, de acordo com Moreira (2008, p.35) “é preciso reconciliar, integrar, significados, ideias, conceitos”, ou seja, perceber semelhanças e diferenças, de forma a integrá-los em uma perspectiva mais abrangente.

Diante disso, convém ressaltar que professores comprometidos em romper com paradigmas de um ensino focado apenas na memorização de conceitos devem buscar ferramentas que auxiliem nos processos de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, Tavares destaca que

[...] desde muito tempo a nossa sociedade usa avaliações de enfoque memorístico. A partir do nível fundamental até o nível universitário, a cultura das provas e testes está impregnada com a exigência de respostas prontas e imediatas. Nesse tipo de situação não é necessário um conhecimento que foi internalizado, passível de reflexões e conjecturas que resultem na apreensão de novos significados; mas de reflexos condicionados do tipo estímulo e resposta (TAVARES, 2006, p.4).

Pode-se dizer que uma das ferramentas que em primeira análise pode dar esse auxílio é o mapa conceitual, mas o que é o mapa conceitual?

Segundo Moreira (1999), de um modo geral, mapas conceituais ou mapas de conceitos, são diagramas indicando relações entre conceitos ou entre palavras que usamos para representar conceitos.

Estes diagramas estão alicerçados na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e foram desenvolvidos inicialmente por Novak. Para tanto,

Os mapas conceituais de Novak, por exemplo, decorrem diretamente da teoria original de Ausubel e têm se mostrado muito úteis, na prática, para facilitar a aprendizagem significativa, tanto do ponto de vista substantivo como do programático (MOREIRA, 1999, p.119).

De acordo com Cunha (2004), os mapas conceituais

[...] podem ser expressos de várias formas, desde uma folha de cartolina até sistemas de *softwares* avançados utilizando hipermídia como meio para a organização dos conceitos de uma disciplina. Atualmente, os recursos tecnológicos permitem o desenvolvimento de mapas conceituais compostos por imagens, sons e vídeos, tornando o ambiente mais atrativo e flexível, além de facilitar a navegação entre os conceitos que se quer apresentar (CUNHA, 2004.p. 111).

É importante destacar que o uso do mapa conceitual, como ferramenta nos processos de ensino e aprendizagem, leva o estudante a pensar e criar estruturas de conhecimento, potencializando sua própria forma de pensar.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 Caráter da pesquisa

Esta proposta tem como base os objetivos de uma pesquisa qualitativa com viés exploratório e delineamento metodológico de um estudo de caso.

A pesquisa qualitativa conforme Moreira é

[...] aquela que trabalha predominantemente com dados qualitativos, isto é, a informação coletada pelo pesquisador **não** é expressa em números, ou então os números e as conclusões neles baseadas representam um papel menor na análise (MOREIRA, 2004, p.17, grifo do autor).

Optou-se pela pesquisa qualitativa, por entender que não é possível estudar o comportamento de um grupo de pessoas, sem levar em considerações as variáveis interacionistas e interpretativas do próprio pesquisador.

Para Bogdan e Bliklen (1994), na pesquisa qualitativa o investigador tem como fonte direta o ambiente natural, sendo ele o instrumento principal da pesquisa. A coleta de dados, preferencialmente, é feita através de palavras e imagens priorizando o processo e, os dados são analisados de forma indutiva, dando atenção aos significados estabelecidos através do diálogo.

Nesse sentido, Oliveira (2008) defende que estudos que têm como objeto os seres humanos, utilizem métodos qualitativos, pois a vida humana é vista como uma atividade interativa e interpretativa, realizada pelo contato das pessoas.

Devido ao tema escolhido possuir muitas variáveis a serem analisadas, optou-se pela pesquisa exploratória. Conforme Gil (2012, p. 27), as pesquisas exploratórias “tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, com vistas à formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores”.

Köche (2013) argumenta que nos casos no qual o pesquisador não tem conhecimento aprofundado a respeito dos fenômenos e problemas que esteja estudando ou, ainda, sobre o sistema de teorias e conhecimentos desenvolvidos, torna-se necessário investigá-los para apontar as características essenciais das variáveis que se quer estudar.

Bonin (2011, p. 39) ressalta que de forma simplificada, a pesquisa exploratória “[...] implica em um movimento de aproximação ao fenômeno concreto a ser investigado buscando perceber seus contornos, suas especificidades, suas singularidades”.

Complementando, Caleffe e Moreira (2008) afirmam que a partir de procedimentos sistematizados é possível proporcionar uma visão geral e aproximada da realidade tornando o problema mais esclarecido e passível de investigação.

Sobre a pesquisa em educação com enfoque qualitativo, destacam-se dois tipos de pesquisa, a etnográfica e o estudo de caso. De acordo com André e Lüdke (1986, p.13), ambas “vêm ganhando crescente aceitação na área de educação, devido principalmente ao seu potencial para estudar as questões relacionadas à escola”.

Por razões de objetividade se dará atenção apenas à pesquisa sobre delineamento de estudo de caso. Segundo André e Lüdke (1986, p. 17), “estudo de caso é o estudo de *um* caso”, seja ele simples e específico ou complexo e abstrato, mas bem delimitado com contornos claramente definidos do desenrolar do estudo.

Gil (2012, p.57-58) reitera que este estudo é “caracterizado pelo profundo e exaustivo estudo de um ou poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado, tarefa praticamente impossível mediante os outros delineamentos [...]”.

Para acrescentar, Gil (1995, p. 58) declara que este “não aceita um roteiro rígido para a sua delimitação”. Portanto, apresentam-se alguns passos a serem seguidos nesta pesquisa, sendo que tais proposições foram adaptadas a partir das de Gil (1995). Dentre os passos: Delimitação da unidade-caso, Coleta de Dados e Análise e interpretação dos dados.

3.2 Delimitação da unidade-caso

De acordo com André e Lüdke (1986), é impossível explorar todos os ângulos do fenômeno investigado, portanto, é imprescindível determinar os focos da investigação e estabelecer seus contornos. Para Gil (2002, p. 138), delimitar a “unidade-caso não constitui tarefa simples, é uma construção intelectual. Não existem limites concretos na definição de qualquer processo ou objeto, os critérios vão variar de acordo com os propósitos da pesquisa”.

Neste sentido, Yin ressalta que

[...] em geral, os estudos de caso representam estratégia preferida quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real (YIN, 2001, p. 19).

Complementando, Yin (2001) considera que o estudo de caso tem caráter empírico, podendo incluir múltiplos estudos de caso ou um único e possuir abordagem tanto quantitativa como qualitativa.

De acordo com os princípios expostos, optou-se pelo estudo de caso. Tal estudo foi realizado no IFSul/Câmpus Camaquã, com uma turma de estudantes do 2º ano do Curso Técnico em Automação Industrial - Forma Integrada, na disciplina de Física II. Esta turma tem suas aulas concentradas no turno da tarde e é composta por 15 estudantes, sendo 11 meninos e quatro meninas, distribuídos na faixa etária entre 15 e 19 anos. Ressalta-se que, nesta pesquisa, os estudantes participantes serão designados pela letra E, posposto de número de um a 15, sendo que tais números foram atribuídos aleatoriamente.

3.3 Coleta de Dados

Conforme Gil (2002) o processo de coleta de dados no estudo de caso possui uma complexidade maior que o de outras modalidades de pesquisa. Por isso, visando garantir a qualidade dos dados, é aconselhável a utilização de mais de um instrumento de coleta. Portanto, apresenta-se a seguinte sequência de atividades adotada: pré-teste; roteiro de atividades e pós-teste.

3.3.1 Pré-teste

O pré-teste consistiu em aplicar um questionário impresso que permitisse aos estudantes expressarem suas ideias sobre o Efeito Estufa. Este questionário consta de oito questões, sendo sete questões abertas e uma fechada. O mesmo foi aplicado no início da primeira aula e teve como objetivo verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema (APÊNDICE B).

3.3.2 Roteiro de atividades

No segundo encontro, os estudantes utilizaram o laboratório de informática. Para realizar as atividades propostas foi necessário acessar a simulação “Efeito Estufa” disponível para *download* no endereço eletrônico http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/greenhouse, devendo, neste caso, escolher a versão em Português no final da página e clicar na opção “use já” (APÊNDICE C).

O roteiro descrito foi impresso e disponibilizado aos estudantes. Para a realização desta atividade utilizou-se três aulas de 45 minutos.

3.3.3 Pós-teste

O pós-teste consistiu em aplicar um questionário visando verificar a evolução conceitual dos estudantes. Tal questionário integra o roteiro de atividades e é constituído de seis questões, sendo cinco abertas e uma fechada e foi aplicado simultaneamente ao roteiro de atividades (APÊNDICE C).

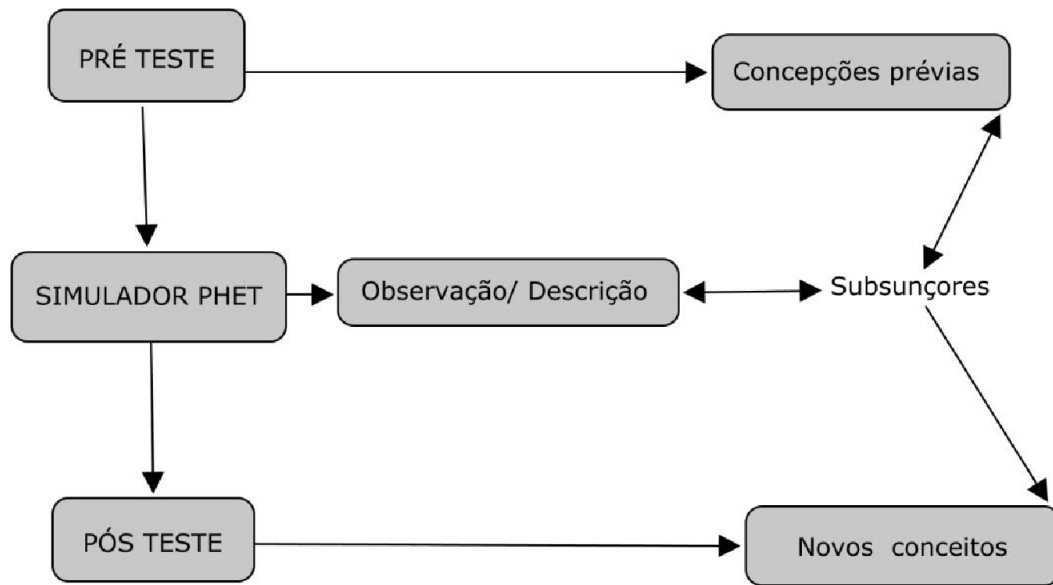
Salienta-se que a opção pela aplicação simultânea das atividades foi realizada com o intuito de evitar possíveis interferências com outras fontes. As atividades desenvolvidas neste estudo estão demonstradas sequencialmente no Quadro 1 e representadas esquematicamente na Figura 1.

Quadro 1 - Cronograma do desenvolvimento das atividades.

Atividades	Aula (45 min)	Encontro
-Responder ao pré-Teste.	1 ^a	1 ^o
-Roteiro de atividades/utilização do simulador PhET; - Responder ao pós-teste.	2 ^a , 3 ^a e 4 ^a	2 ^o

Fonte: Do autor.

Figura 1- Esquema das atividades desenvolvidas.



Fonte: Do autor.

3.4 Análise e interpretação dos dados

Os dados obtidos a partir dos questionários (pré-teste e pós-teste) receberam tratamento quantitativo e qualitativo de acordo com as especificidades de cada questão. No entanto, devido ao caráter da pesquisa, foi utilizado, predominantemente, o tratamento qualitativo.

De acordo com Gil,

[...] a análise qualitativa é menos formal do que a análise quantitativa, pois nesta última seus passos podem ser definidos de maneira relativamente simples. A análise qualitativa depende de muitos fatores, tais como a natureza dos dados coletados, a extensão da amostra, os instrumentos de pesquisa e os pressupostos teóricos que nortearam a investigação (GIL, 2002, p. 133).

Para tanto, Gil (2002, p.133, grifo meu) ressalta que a análise qualitativa de dados pode ser definida como sendo um “processo como uma sequência de atividades, que envolve a redução dos dados, a categorização desses dados, sua interpretação e a redação do relatório”.

André e Lüdke (1986, p. 48) declaram que “depois de encerrada a fase de coleta de dados deve-se partir para a sua análise, sendo em primeiro lugar a construção de um conjunto de categorias. Mas, para isso é preciso ler e reler o material”.

Conforme Bardin (1977, p.117, grifo do autor), “a *categorização* é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos”.

Gil (2002, p.134) pondera ao enfatizar que “nem sempre essas categorias podem ser definidas de imediato. Para se chegar a elas, é preciso ler e reler o material obtido até que se tenha o domínio de seu conteúdo para, em seguida, contrastá-lo com o referencial teórico”.

Os resultados obtidos, a partir das respostas do pré e pós-teste, foram categorizados e analisados segundo estudos de Moraes (2003), Galiazzi e Moraes (2007) sob o enfoque da Análise Textual Discursiva (ATD) e de Bardin (1977) que versa sobre Análise de Conteúdo (AC), sendo que a discussão dos resultados foi feita sob a luz da teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Sobre a ATD, tanto Moraes (2003) quanto Galiazzi e Moraes (2007), consideram como um processo onde os dados são analisados e sintetizados, possibilitando uma leitura rigorosa e aprofundada dos materiais textuais, facilitando, dessa maneira, a compreensão dos fenômenos e discursos envolvidos.

Ainda sobre ATD, Moraes ressalta que a

[...] análise textual discursiva tem se mostrado especialmente útil nos estudos em que as abordagens de análise solicitam encaminhamentos que se localizam entre soluções propostas pela análise de conteúdo e a análise de discurso (MORAES, 2003, p. 192).

De acordo com Bardin, a AC é definida como

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 1977, p. 42).

Entende-se que a AC proposta por Bardin (1977) visa enriquecer a interpretação dos dados coletados a partir de um roteiro específico, constituído das fases denominadas Pré-análise, Exploração do material e Tratamento dos resultados e interpretações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Normalmente, se pressupõe que os resultados de uma pesquisa científica devem, obrigatoriamente, estar de acordo com a hipótese do pesquisador ou apresentar as respostas conforme presumido no problema de pesquisa. Porém, é possível encontrar resultados diferentes ou, por vezes, até resultados que apontem numa direção contrária da esperada. No entanto, estes fatos, não invalidam a pesquisa.

Assim, será feita uma discussão a partir dos elementos que emergiram após a leitura e a categorização dos dados. Os resultados expressados não têm como propósito esgotar a discussão sobre o tema, tampouco, serem considerados como verdades absolutas. Contudo, representam a interpretação distinta deste pesquisador, podendo servir de referência para futuras pesquisas.

As respostas das questões do pré-teste foram agrupadas por categorias. A Tabela 1 demonstra a categorização da questão (O que você entende por Efeito Estufa?), cujo objetivo foi verificar o domínio conceitual dos estudantes sobre o Fenômeno Efeito Estufa.

Tabela 1 - Categorias e número de ocorrências sobre o conceito existente para o Efeito Estufa.

Categoria	Número de ocorrências
Efeito Estufa relacionado com suas consequências	6
Efeito Estufa relacionado com suas possíveis causas	6
Descrição do processo do Efeito Estufa	2
Outras	1

Fonte: Do autor.

Na categoria denominada, **Efeito Estufa relacionado com suas consequências**, foram enquadradas as respostas nas quais os estudantes mencionaram uma consequência relacionada com o Efeito Estufa para conceituar o fenômeno. Foram encontradas seis respostas, segundo os critérios estabelecidos. Como exemplo, destaca-se a resposta do estudante E10, que afirmou que “Efeito estufa para mim é como se aumentasse a temperatura do ar na Terra”. Nessa resposta, o estudante relacionou o Efeito Estufa com o aumento de temperatura.

O aumento de temperatura é resultado do desequilíbrio energético, ou seja, quando a fração de energia recebida pela Terra é maior que a energia emitida para o espaço (ANDI, 2014b). Para tanto, o estudante E3, também fez menção ao aumento de temperatura, ao tentar conceituar o fenômeno do Efeito Estufa, porém este considerou o fenômeno como um processo, ou seja, “O Efeito Estufa é um processo que ocorre no planeta, que causa variação da temperatura, o planeta fica muito quente”.

É importante destacar que conceitos que consideram o Efeito Estufa como sendo o aumento da temperatura do Planeta Terra, são facilmente encontrados em textos científicos e páginas da *internet*. Por exemplo, “Este aumento da temperatura é conhecido como Efeito Estufa” (SANTOS et al. 2014, texto digital); ou, também, “O efeito estufa nada mais é do que o aumento natural da temperatura da atmosfera global” (ANDI, 2014a, texto digital). Para Ker e Xavier (2004, p.327), apesar dos temas ambientais serem muito discutidos ultimamente, “essa popularização tem sido acompanhada por abordagens com alta incidência de equívocos”, o que leva a intuir que os estudantes podem ter utilizado conhecimentos adquiridos previamente.

Outra categoria emergente, denominada **Efeito Estufa relacionado com suas possíveis causas**, foram enquadradas as respostas nas quais os estudantes descreveram elementos que podem estar associados às causas do Efeito Estufa. Essa concepção associada à causa está presente na resposta do estudante E4, no qual “O efeito estufa é um fenômeno causado pela liberação de gases na atmosfera. Após os gases serem liberados, eles irão para a atmosfera e formam uma espécie de bloqueamento nele, deixando o planeta coberto por uma “estufa” (gases acumulados)”.

Os gases do Efeito Estufa presentes na atmosfera podem ser de “origem natural ou antrópicos, que absorvem e reemitem radiação infravermelha, causam o Efeito Estufa”, sendo

eles, o vapor d'água (H_2O), o dióxido de carbono (CO_2), o óxido nitroso (N_2O), o metano (CH_4) e o ozônio (O_3) (ANDI, 2014c, texto digital).

De maneira semelhante, o estudante E2 relatou que “Efeito estufa é um processo que faz com que aumente a camada de ozônio, com isso permitindo a entrada de raios solares a Terra aumentando o calor”. Tal resposta relaciona o conceito de Efeito Estufa com o aumento do gás ozônio na atmosfera. Por outro lado, o estudante E7 afirma que “Com a falta da camada de ozônio que é destruída pelo gás carbônico, raios do sol não são refletidos”. Assim, pode-se dizer que esta afirmação atribui à falta da camada ozônio. Ainda, se destaca a resposta do Estudante E15, sendo que “Efeito Estufa são gases que poluem a camada atmosférica prejudicando a camada de ozônio”, deixando implícito que o ozônio não é um gás do Efeito Estufa.

As respostas cujos estudantes descreveram parte do fenômeno do Efeito Estufa foram abrigadas na Categoria denominada **Descrição do processo do Efeito Estufa**. Tal categoria pode ser observada através da resposta do estudante E12, “Os raios de sol que chegam até a Terra ficam preso por uma camada de gás CO_2 . Que impede que eles sejam refletidos de volta para o espaço, assim aquecendo cada vez mais a Terra como se fosse uma estufa, eles impedem que a Terra congele”.

De acordo com a WWF (2014a), o processo do Efeito Estufa ocorre quando energia radiante de origem solar chega ao Planeta Terra, sendo parte refletida para o espaço, parte absorvida pelos oceanos e superfície terrestre e outra retida por alguns gases atmosféricos.

Na última categoria, denominada de **Outras**, encontra-se o argumento do estudante E13, no qual o “Efeito Estufa é um fenômeno que ocorre no planeta, que vem agravando no decorrer do tempo”. É possível evidenciar que o estudante não fez relação com consequência ou causa do Efeito Estufa, tampouco descreveu o processo.

É possível destacar nas duas primeiras categorias, que 12 dos 15 estudantes utilizaram ideias que estão associadas ao fenômeno e apenas dois estudantes fizeram uma descrição aproximada do conceito. Porém, ambos não possuem em suas estruturas cognitivas o conceito correto para o Efeito Estufa. De acordo com Ausubel (2003, p. 65), na “ausência de subsunçores adequados, relevantes e próximos não estiverem presentes na estrutura cognitiva, o aprendiz tem tendência a utilizar os mais relevantes e próximos disponíveis”.

A questão (Você considera o Efeito Estufa como um fenômeno natural ou provocado pelo homem?) visou identificar qual o juízo de valor dos questionados em relação às influências dos gases do Efeito Estufa. Foram encontradas três categorias para esta questão, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Categorias e número de ocorrências sobre o Efeito Estufa ser um fenômeno natural ou provocado pelo homem.

Categoria	Número de ocorrências
Fenômeno natural	5
Fenômeno antrópico	3
Fenômeno natural e antrópico	7

Fonte: Do autor.

Na categoria denominada, **fenômeno natural**, foram contabilizadas as respostas que consideraram o Efeito Estufa um fenômeno natural. Como exemplo, transcreve-se a sentença do estudante E1, no qual afirma, “Considero o efeito estufa um fenômeno natural”. Dessa maneira, é possível evidenciar que ao considerar o Efeito Estufa fenômeno natural, a resposta está de acordo com o apregoador pelo Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (2014, texto digital), ao destacar que “O efeito estufa é um fenômeno natural que acontece há milhões de anos e é necessário, pois sem ele a temperatura média da Terra seria 33 °C mais baixa e a vida no planeta, tal como a conhecemos, não seria possível”.

Salientam-se outras respostas que corroboram com a do estudante E1. Porém, trazem elementos mais específicos, como demonstra a resposta do estudante E8, ao declarar que é “Natural, há indícios científicos que comprovam que a terra no seu ciclo de vida passa por aquecimentos e sucessivamente resfriamentos”, podendo-se complementar com a afirmação do estudante E10 ao relatar que é “Natural. Porque já ocorreu isto a milhares de anos”. É admissível interpretar que os estudantes correlacionam o Efeito Estufa a uma atividade espontânea da natureza, presumindo que sua ocorrência se dá através de ciclos. Tal relação também é evidenciada nos estudos de Molion (2014), ao admitir que as mudanças climáticas provavelmente sejam fruto da variabilidade natural do clima. Por outro lado, os estudantes E12 e E14 consideram o Efeito Estufa um fenômeno natural, porém ressaltam que esse processo está sendo potencializado pelas ações antrópicas, conforme evidenciado nas sentenças:

“eu considero um fenômeno natural porque ele sempre existiu [...]. Só que ultimamente este processo tem sido acelerado pelo homem” (E12).

“Eu considero um fenômeno natural, mas eu também acho que através da poluição [...]. O efeito estufa não pode ser evitado, acho que por isso ele é considerado um fenômeno natural, mas o homem pode contribuir para que aumente” (E14).

Assim, é possível inferir que cinco dos 15 estudantes possuem elementos em suas estruturas cognitivas aos quais permitem fazer correto juízo de valor.

As respostas que consideraram o Efeito Estufa um fenômeno com causas originadas de ações antrópicas foram agrupadas na categoria denominada, **Fenômeno antrópico**. Um exemplo que ilustra esta categoria é a resposta do estudante E4, ao dizer que “Eu considero um fenômeno provocado pelo homem, porque se esses gases estão sendo liberados na atmosfera é sinal que alguma modificação está ocorrendo, e na maioria das vezes é o homem que está influenciando nisso (quase sempre)”. Com a divulgação, em 2007, do quarto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) (2007) da Organização das Nações Unidas (ONU), que aponta com muita probabilidade, que as atividades humanas são o principal fator para o agravamento do Efeito Estufa, muito tem sido divulgado sobre as influências humanas no agravamento deste fenômeno, o que pode levar a um equívoco sobre sua real natureza.

Na Categoria denominada, **Fenômeno natural e antrópico**, foram enquadradas as respostas que consideram tanto natural o fenômeno Efeito Estufa quanto provocado pelo homem. Uma sentença que ilustra esta categoria é a do estudante E5, ao afirmar que é “Os dois, pois naturalmente em alguns pontos a vulcões em erupção e também é causado pelas usinas”. É importante destacar que o estudante menciona dois exemplos para justificar sua resposta, que conforme o relatório do Painel Intergovernamental Sobre Mudança do Clima (2007) há indícios que as partículas em suspensão na atmosfera, os aerossóis, vulcânicos e antrópicos produziram um forçamento radiativo² (FR) negativo, que compensou em parte as consequências do Efeito Estufa.

²Forçamento radiativo é uma medida da influência de um fator na alteração do equilíbrio da energia que entra e sai do sistema Terra-atmosfera e é um índice da importância do fator como possível mecanismo de mudança do clima. O forçamento positivo tende a aquecer a superfície, enquanto o forçamento negativo tende a esfriá-la. Neste relatório, os valores do forçamento radiativo são para 2005, relativos às condições pré-industriais definidas em 1750, e são expressos em watts por metro quadrado (Wm^{-2}) (PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA, 2007).

Também, pode-se ressaltar as respostas do estudante E6, ao manifestar que “É um fenômeno que depende de ambas as partes, pois sem a interação de um pode haver um desequilíbrio na camada de ozônio fazendo com que haja irregularidades”. É possível identificar que o estudante sugere que existe uma correlação entre Efeito Estufa e a camada de ozônio, porém, não descreve como se dá esta interação.

Já, o estudante E7 propõe que as ações antrópicas podem danificar a camada de ozônio, ao afirmar que “O próprio meio ambiente prejudica a camada de ozônio, mas o homem é muito mais prejudicial, com as fabricas, carros, motos e o desmatamento também prejudica, pois as arvores filtram o CO₂, que é o principal vilão a camada de ozônio”.

De acordo com Tolentino e Rocha Filho (2014) a principal função do ozônio presente na atmosfera terrestre está relacionada à sua presença na estratosfera, mais especificamente na ozonoesfera (camada de ozônio), cuja atividade é bloquear a radiação ultravioleta do sol. Mas, também, a sua presença na troposfera desempenha a função de absorver radiação infravermelha presente na troposfera.

Porém, segundo o relatório Painel Intergovernamental Sobre Mudança do Clima (2007), o ozônio presente na troposfera assume valores FR 0,35 Wm², enquanto que o presente na estratosfera tem valores de FR de -0,05 Wm². Portanto, quando se refere ao aumento do Efeito Estufa, sua presença na troposfera é mais relevante que a presença na estratosfera.

Importante enfatizar que apesar dos estudantes terem considerado o Efeito Estufa um fenômeno natural e também antrópico, fizeram considerações acerca das ações humanas que podem agravar o Efeito Estufa. No entanto, utilizaram exemplos com pouca relação ou até mesmo outros que estão em oposição ao fenômeno, o que permite inferir que possuem conhecimentos científicos insuficientes sobre o tema.

A questão do pré-teste (Você considera os Gases do Efeito Estufa maléficos ou benéficos?) teve por objetivo identificar qual o juízo de valor dos estudantes em relação aos gases do Efeito Estufa. Assim sendo, encontrou-se duas categorias para esta questão, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Categorias e número de ocorrências da questão três.

Categoria	Subcategoria	Número de ocorrências
Maléficos	--	11
Benéficos	Benéficos independentes da concentração (BIC)	1
	Benéficos dependentes da concentração (BDC)	3

Fonte: Do autor.

Na categoria denominada, **Maléficos**, foram relacionadas às respostas que consideraram os gases do Efeito Estufa como maléficos, no qual 11 dos 15 estudantes fizeram tal consideração. Em sua maioria, atribuíram os malefícios ao fator da poluição atmosférica. Duas sentenças que ilustram esta categoria são a do estudante E9, ao afirmar que os gases são “Maléficos, pois esses gases se acumulam na atmosfera poluindo cada vez mais o meio ambiente” e a do estudante E15, ao dizer que são “Maléficos, porque polui o ar que respiramos”.

De acordo com a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências (BRASIL, 1981, texto digital), poluição é definida como sendo a “degradação da qualidade ambiental resultante direta ou indiretamente” que:

- a)prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b)criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c)afetem desfavoravelmente a biota;
- d)afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e)lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981, texto digital).

Já, outras respostas correlacionaram seus malefícios ao aquecimento global, como demonstra a afirmação do estudante E14 ao ressaltar que é “Maléfico, porque provoca o aquecimento global e isso prejudica o planeta” e a do E8 “Maléfico, por contribuírem para o aquecimento global”.

Segundo a WWF (2014a, texto digital), “Aquecimento global é o aumento da temperatura média dos oceanos e da camada de ar próxima à superfície da Terra que pode ser consequência de causas naturais e atividades humanas”.

No entanto, outros estudantes mencionaram as influências do CO₂, do ozônio e da radiação solar ao justificarem suas posições, como pode ser verificado, respectivamente, pelas

respostas do E7, ao declarar que “Os gases são maléficos, pois gases como o CO₂ são prejudiciais ao ser humano”, do E5, ao salientar que são “Maléficos, pois se eles destroem a camada de ozônio com o nosso corpo fazem pior” e do E1, ao escrever que são “Maléficos, pois podem dificultar a “saída” da radiação solar que é absorvida pela Terra”.

É importante destacar que o CO₂, segundo Onça e Felício (2011), é um gás natural, existente na atmosfera terrestre, fruto principalmente da decomposição ou da queima de matéria orgânica a partir da reação com o oxigênio. Os autores mencionam que poluição atmosférica e mudança climática são fenômenos distintos, não existindo relação entre o CO₂ e a poluição atmosférica.

Percebe-se, a partir do juízo de valor emitido pelos estudantes sobre os gases do Efeito Estufa, que existe uma dificuldade de distinguir os conceitos de Efeito Estufa, de aquecimento global e destruição da camada de ozônio. Tais evidências também foram apontadas em outros estudos (LIBARONE; OBARA, 2009; SANTOS; MASSABNI, 2012).

A categoria denominada, **Benéficos**, divide-se em duas subcategorias, a saber, **Benéficos independentes da concentração (BIC)** e **Benéficos dependentes da concentração (BDC)**. Na subcategoria BIC, enquadraram-se apenas a resposta do estudante E11, que considerou os gases do Efeito Estufa como benéficos, ao declarar que “Benéfico o CO₂ por exemplo contribui para o efeito estufa mas é resultado da nossa respiração, sem respiração não há vida e viver é bom”.

A subcategoria BDC acolheu as respostas dos estudantes que consideraram os efeitos dos gases do Efeito Estufa tanto maléficos quanto benéficos, como demonstra as sentenças dos estudantes E3, ao dizer que “Acredito que um pouco de cada um, porque ao mesmo tempo que mantém o planeta aquecido, aquece ele demais” e a do estudante E4, ao afirmar que “Depende do caso, porque existem alguns casos que o fenômeno contribui e outros casos é prejudicial”. Já, o estudante E6, justificou sua resposta escrevendo que “depende, pois em determinadas quantidades dos gases são benéficos e/ou maléficos. Por exemplo: CO₂ em pouca quantidade é fundamental para as plantas, já em grandes quantidades é maléfico para os seres vivos e para o ambiente causado pelo efeito estufa”.

Ao analisar as categorias emergentes desta questão, é possível inferir que os estudantes possuem subsunções relacionados ao tema (AUSUBEL, 2003). Porém, percebe-se que tais subsunções não são específicos. Isto pode ocorrer devido ao processo de

diferenciação progressiva não estar completo, fazendo com que o estudante não diferencie os subsunçores existentes em sua estrutura cognitiva e, dessa maneira, se utilize de subsunçores próximos que estejam disponíveis (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2008).

A questão (Marque C para os gases atmosféricos terrestres que julgar que contribuem para o Efeito Estufa e marque NC para os gases atmosféricos terrestres que julgar que não contribuem para o Efeito Estufa) visou identificar qual (is) gás (es) os estudantes consideram contribuir para o Efeito Estufa. Sendo que os gases foram categorizados em contribui e não contribui (TABELA 4).

Tabela 4 - Categorias e número de ocorrências de cada gás que contribui ou não para o Efeito Estufa.

Categorias	Número de ocorrência de cada gás				
	CH ₄	O ₂	CO ₂	H ₂ O	N ₂
Contribui (C)	13	2	14	1	12
Não Contribui (NC)	2	13	1	14	3

Fonte: Do autor.

Dos 15 estudantes, 12 consideraram o gás nitrogênio (N₂) presente na atmosfera Terrestre como sendo um dos gases que contribui para o Efeito Estufa. Já, a presença do vapor d'água (H₂O) na atmosfera Terrestre foi considerada por 14 estudantes como um “gás” que não contribui para o Efeito Estufa. Este resultado equivocado demonstra que apesar do Efeito Estufa ser um tema frequente nas diversas mídias, ainda, carece de uma abordagem mais aprofundada.

Pois, segundo Molion (2014), Panzera e Moura (2014) os gases que contribuem para o Efeito Estufa são o dióxido de carbono (CO₂), o vapor d'água (H₂O), o ozônio (O₃), o óxido nitroso (N₂O), o metano (CH₄) e compostos de clorofluorcarbono (CFC).

O gás Nitrogênio (N₂), de acordo com Panzera e Moura (2014), é o gás presente em maior quantidade no ar atmosférico, perfazendo 78%. Este gás pouco reage com outros elementos ou substâncias químicas, sendo “fundamental para a vida na Terra, pois faz parte da composição das proteínas, que são moléculas presentes em todos os organismos vivos” (GRUPO VIRTUOUS, 2014).

A questão (Coloque em ordem crescente, de acordo com a contribuição para o Efeito Estufa, SOMENTE, os gases presentes na atmosfera que julgaste contribuir para o Efeito Estufa), teve por objetivo verificar a percepção dos estudantes quanto aos efeitos dos gases que consideraram contribuir para o Efeito Estufa e os resultados foram categorizados em sequências (TABELA 5) e grau de contribuição (TABELA 6).

Tabela 5 - Categorias e número de ocorrências de cada sequência dos gases que foram considerados como contribuintes para o Efeito Estufa.

	Categorias	Número de ocorrências
Sequências	$\text{CH}_4 < \text{CO}_2$	4
	$\text{N}_2 < \text{CH}_4 < \text{CO}_2$	5
	$\text{O}_2 < \text{CO}_2 < \text{N}_2 < \text{CH}_4$	1
	$\text{CH}_4 < \text{CO}_2 < \text{N}_2 < \text{H}_2\text{O} < \text{O}_2$	1
	$\text{N}_2 < \text{CO}_2$	1
	$\text{N}_2 < \text{O}_2 < \text{CO}_2$	1
	$\text{N}_2 < \text{CO}_2 < \text{CH}_4$	1
	$\text{N}_2 < \text{CH}_4$	1

Fonte: Do autor.

Tabela 6 - Categorias e número de ocorrência dos gases classificados conforme grau de contribuição no Efeito Estufa.

Categorias	Número de ocorrências dos gases				
	CH_4	O_2	CO_2	H_2O	N_2
Mais Contribui	3	1	11	--	--
Menos Contribui	5	1	--	--	9

Fonte: Do autor.

Dos 15 estudantes pesquisados, 13 consideram o gás metano (CH_4) como um gás que contribui para o Efeito Estufa (TABELA 4), sendo que três consideraram que tal gás é o que mais contribuiu e cinco consideraram o que menos contribuiu para o Efeito Estufa (TABELA 6).

Destaca-se que o CH_4 é um hidrocarboneto de cadeia simples, encontrado na atmosfera em uma proporção de $1700 \mu\text{g L}^{-1}$, incolor e inodoro, possui baixa solubilidade em água e ao ser adicionado ao ar, seu potencial explosivo fica alto. Sua obtenção pode ser feita através da extração de combustíveis do tipo minerais, especialmente, o petróleo; do metabolismo de algumas bactérias; do processo digestivo natural de animais herbívoros; de vulcões de lama; do aquecimento de biomassa anaeróbica e da decomposição do lixo orgânico, sendo assim, considerado um biogás (FRAGMAQ, 2013).

Conforme os dados do Painel Intergovernamental Sobre Mudança do Clima (2007), a concentração de CH_4 na atmosfera sofreu um aumento significativo entre a época pré-industrial e o início da década de 90, passando de aproximadamente $715 \mu\text{g L}^{-1}$ para aproximadamente $1732 \mu\text{g L}^{-1}$, chegando a um valor em torno de $1.774 \mu\text{g L}^{-1}$ em 2005. Neste ano, atingiu valores muito superiores se comparados com os últimos 650.000 anos, que eram em torno de 320 a $790 \mu\text{g L}^{-1}$. Ainda, de acordo com o IPCC (2007), desde o início da década de 90, as taxas de aumento da concentração de CH_4 mantiveram-se constantes, o que permite afirmar que, provavelmente, o aumento verificado a partir da época pré-industrial até o início da década de 90, se deu por atividades antrópicas, podendo-se citar o uso de combustíveis fósseis e as atividades agrícolas. No entanto, outras fontes de contribuição não estão bem definidas.

Por outro lado, Molion (2014) ressalta que as concentrações de CH_4 estavam crescendo na ordem de 1,0 % ao ano, sendo que este crescimento estava atribuído as atividades agropecuárias. Porém, este crescimento diminuiu a partir de 1998, de maneira inexplicável. Contudo, as emissões de fontes antrópicas continuaram crescendo.

Já, o dióxido de carbono (CO_2) é apontado por 14 dos 15 estudantes como sendo um dos gases responsáveis pelo Efeito Estufa (TABELA 4). Quanto ao grau de contribuição, foi relacionado 11 vezes como o que mais contribui para o Efeito Estufa, não sendo apontado como o que menos contribuiu (TABELA 6). Contudo, no que se refere ao grau de contribuição, em ordem crescente, é apontado duas vezes antes do N_2 e do CH_4 e uma vez antes do H_2O e do O_2 (TABELA 5).

De acordo com o relatório do Painel Intergovernamental Sobre Mudança do Clima (2007), a concentração de CO_2 na atmosfera terrestre aumentou de 280 mg L^{-1} para 379 mg L^{-1} entre o período pré-industrial e o ano de 2005, ficando muito além dos valores dos últimos

650.000 anos (180 a 300 mg L^{-1}). Mais preocupante é o crescimento das concentrações de CO_2 verificadas entre os anos de 1995 a 2005, em torno $1,9 \text{ mg L}^{-1}$ por ano, superiores a média de $1,4 \text{ mg L}^{-1}$ medida entre 1960 e 2005, o que permite afirmar que o CO_2 é o gás de Efeito Estufa de origem antrópico mais importante.

O H_2O foi citado apenas uma vez como sendo um gás que contribui para o Efeito Estufa e 14 vezes como um gás que não contribui (TABELA 4). Já, a única vez que este gás foi considerado como um gás do Efeito Estufa, foi apontado como tendo uma contribuição maior que o CH_4 , CO_2 e N_2 (TABELA 5).

Conforme os relatos de Molion (2014), Tomás e Lombardo (2012), Santos (2000) e Diário de Notícias (2014), o vapor d'água presente na atmosfera é o principal gás do Efeito Estufa.

Mas, existem argumentos que contrapõem tais ideias, ao explicar que o vapor d'água é o gás do Efeito Estufa mais abundante na atmosfera e com alto poder de interação com a radiação infravermelha. Porém, como seus níveis não sofrem variação, até mesmo, quando a temperatura aumenta, e conclui-se que na prática, não há interferência antrópica direta nos níveis de vapor d'água (ANDI, 2014a).

No entanto, para Dantas et al. (2014) e Souza (2014), as variações de temperatura provocam alterações nas concentrações de vapor d'água na atmosfera, pois, com o aumento de temperatura, o processo de evaporação é potencializado.

Dos 15 estudantes pesquisados, apenas dois consideraram que o O_2 contribui para o Efeito Estufa (TABELA 4). Em relação ao grau de contribuição deste gás, um deles apontou como sendo o que mais contribui e o outro o que menos contribui (TABELA 6).

Assim sendo, pode-se dizer que 21% do volume da atmosfera terrestre são ocupados pelo oxigênio, um gás inodoro, incolor, insípido e não tóxico, sendo considerado o elemento mais importante e vital para os seres vivos. Ao se combinar com outros elementos, formam compostos que constituem cerca de 88,9 % em massa da água e 49,2 % em massa da crosta terrestre. A partir de descargas elétricas e da ação da radiação ultravioleta, ocorre a formação do ozônio, uma forma alotrópica do oxigênio (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, 2014).

O N_2 foi considerado por 12 dos 15 estudantes pesquisados como sendo um gás do Efeito Estufa (TABELA 4). No entanto, foi apontado nove vezes como o gás que menos contribui para o Efeito Estufa (TABELA 6). No que diz respeito ao grau de contribuição em ordem crescente, este gás ficou posicionado uma vez antes do CH_4 , do H_2O e do O_2 (TABELA 5).

A questão (As nuvens interferem no Efeito Estufa? Explique.) teve como intuito verificar a percepção dos estudantes no que se refere à interferência ou não das nuvens no Efeito Estufa. As respostas foram agrupadas em interfere, não interfere e outras (TABELA 7).

Tabela 7- Categorias e número de ocorrências sobre a interferência ou não das nuvens no Efeito Estufa.

Categoria	Número de ocorrências
Interferem	7
Não Interferem	7
Outras	1

Fonte: Do autor.

Na categoria denominada, **Interferem** (I), sete estudantes consideraram que as nuvens interferem no Efeito Estufa, como pode ser observado nas inferências do estudante E4, ao afirmar que “Sim, porque parte do fenômeno pode ser bloqueado por elas”. É possível perceber que o estudante E4 considera que as nuvens formam uma barreira que aprisiona o calor na atmosfera terrestre. Tal percepção fica mais evidente ao analisar a resposta do estudante E12, ao declarar que “Aquelas nuvens que são bem dispersas no ar contribuem, por que elas prendem os raios solares na nossa atmosfera”. Salienta-se que outros estudantes, também, supõem sobre a ideia de que nuvens formam uma barreira que impede a passagem do calor. No entanto, estes consideram que tal barreira bloqueia a radiação solar, impedindo que esta entre na atmosfera da Terra, como pode ser verificado nas sentenças dos estudantes E1 ao dizer “Sim, pois se não há como os raios saírem consequentemente a Terra ficará mais quente, pois esses raios irradiam calor”, do E2, ao dizer que “Penso que as nuvens interferem ao Efeito Estufa, pois quanto maior o número de nuvens menor o número de raios solares que entram na superfície Terrestre” e do E6, ao escrever que “Sim, pois as nuvens são utilizadas como uma barreira que impede à passagem da quantidade de calor irradiado pelo sol”.

As nuvens, conforme a Universidade de São Paulo (2014), são responsáveis por refletir aproximadamente 20 % da radiação solar e absorver cerca de 3 %. Porém, os percentuais de radiação solar que são refletidas pelas nuvens dependem de sua espessura, oscilando entre 40 % e 80 %, sendo que, também, as nuvens absorvem e emitem a radiação infravermelha da Terra, auxiliando na manutenção da temperatura durante a noite (SOCIEDADE BRASILEIRA DE METEOROLOGIA, 2014).

Para o estudante E15, a interferência das nuvens no Efeito Estufa está relacionada com outro fenômeno, o da chuva ácida, como pode ser verificado a partir da afirmação, “Sim, porque se o ar estiver poluído por gases maléficos quando chover vai ocorrer a chuva ácida matando pouco a pouco a vegetação”.

Salienta-se que as chuvas ácidas ocorrem devido à liberação de gases na atmosfera terrestre, como os óxidos de nitrogênio (N_2O , NO e NO_2) e os de enxofre (SO_2 e SO_3), que ao contrário do CO_2 , reagem com o vapor d’água formando ácidos fortes, aumentando a acidez da água da chuva, afetando negativamente plantas e animais e desgastando prédios, monumentos, entre outros (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO, 2014).

Por outro lado, um estudo realizado pela Universidade Aberta da Grã-Bretanha, na Escócia, apontou para uma possível desaceleração do Efeito Estufa devido à chuva ácida beneficiar uma espécie de bactérias que compete com a espécie que produz o CH_4 , provocando sua redução (BBC BRASIL, 2004). Outra informação importante, destacada no relatório do Painel Intergovernamental Sobre Mudança do Clima (2007), é que as contribuições antrópicas para os aerossóis provocam um FR do albedo³ das nuvens de $-0,7 \text{ Wm}^{-2}$.

Dessa maneira, pode-se inferir que os estudantes não conseguiram fazer generalizações que lhes permitissem perceber semelhanças e diferenças, de forma a integrá-los em uma perspectiva mais abrangente (MOREIRA, 2008). Pois, a formação das nuvens ocorre devido à condensação do vapor d’água na atmosfera terrestre (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2014). Assim, é provável que, com exceção do estudante E6, todos os demais enquadrados nesta categoria, não consideraram o vapor d’água como um gás do Efeito Estufa.

³Albedo é razão entre a quantidade de radiação refletida por um corpo e a quantidade recebida por ele, expressa normalmente em porcentagem (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2014).

Além do mais, é possível afirmar que os estudantes possuem subsunçores em suas estruturas cognitivas, em relação à influência das nuvens no Efeito Estufa. No entanto, não correlacionaram corretamente como ocorre tal interferência, indicando que os subsunçores estão mal definidos (CARDOSO, 2011).

Quanto à categoria denominada, **Não interferem**, sete dos 15 estudantes consideraram que as nuvens não interferem no Efeito Estufa. Alguns estudantes justificaram a resposta afirmando que as nuvens são formadas por vapor d'água, deixando implícito que devido a essa constituição elas não interferem no Efeito Estufa, o que pode ser verificado na sentença do estudante E5, ao relatar que “Não, pois elas são vapor d'água” e, do estudante E7, ao dizer que “Não, nuvens é água na forma de vapor”.

Destaca-se que o estudante E11, também, menciona que as nuvens não interferem no Efeito Estufa, porém apenas diz “acredito que não, pois as nuvens não interferem na passagem dos gases e dos raios solares”. Já, o estudante E8, salienta que “As nuvens não interferem no efeito estufa, pois o efeito é só o aumento da quantidade de gases como o CO₂ na atmosfera”.

Diante do exposto, é possível concluir que de acordo com os pressupostos de Ausubel (2003), os estudantes relacionados nesta categoria, não possuem subsunçores em sua estrutura cognitiva que pudessem os auxiliar na elaboração de um raciocínio, de forma a permitir que eles percebessem as influências das nuvens no Efeito Estufa.

Na categoria denominada, **Outras**, enquadraram-se apenas a resposta do estudante E3, que não se posicionou sobre a influência das nuvens no Efeito Estufa, ao declarar que “Não sei”.

O objetivo da questão (Existe relação do Efeito Estufa com o aquecimento Global? Qual?) foi perceber se os estudantes estabelecem alguma relação entre o Efeito Estufa e o aquecimento global. Das respostas, desta questão, emergiram duas categorias, a primeira denominada de **Sim**, e a segunda denominada **Não**, sendo que a primeira originou três subcategorias, **Aumento de Temperatura**, **Camada de ozônio** e **Dependência** (TABELA 8).

Tabela 8 - Categorias, subcategorias e número de ocorrências sobre a existência ou não de uma relação entre o Efeito Estufa e o aquecimento global.

Categoria	Subcategoria	Número de ocorrências
Sim	Aumento temperatura	5
	Camada ozônio	5
	Dependência	3
Não	--	2

Fonte: Do autor.

Na subcategoria, **Aumento de temperatura**, percebe-se que os estudantes utilizaram uma consequência comum, o aumento da temperatura, entre o Efeito Estufa e o aquecimento global. Esta ideia fica evidente na resposta do estudante E1, ao afirmar que “Sim, pois se não há como os raios saírem consequentemente a Terra ficará mais quente, pois esses raios irradiam calor” e, do E6, ao dizer que “sim, pois o efeito estufa age no ambiente do planeta e o aquecimento é uma alteração brusca do efeito estufa alterando radicalmente a temperatura do ambiente terrestre”.

Pode-se dizer que aquecimento global, segundo a WWF (2014a, texto digital) é o “aumento da temperatura média dos oceanos e da camada de ar próxima à superfície da Terra que pode ser consequência de causas naturais e atividades humanas”. Assim, observa-se que os estudantes que fizeram menção ao aumento de temperatura do planeta Terra, como sendo a relação existente entre o Efeito Estufa e o aquecimento global, possuem subsunções relacionados ao tema em suas estruturas cognitivas. Pois, quando o estudante estabelece interação entre as ideias pré-existentes na sua estrutura cognitiva, estabelecendo relações entre conceitos distintos é uma evidência de que possui conhecimentos prévios (AUSUBEL, 2003).

No entanto, os estudantes cujas respostas estão relacionadas nas subcategorias denominadas, **Camada de ozônio** e **Dependência**, concluíram que existe uma relação entre o Efeito Estufa e o aquecimento global. Porém, estabeleceram relações que não estão comprovadas cientificamente.

Destaca-se que na subcategoria **Camada de ozônio**, os estudantes relacionaram os dois fenômenos com a possível degradação da camada de ozônio, como pode ser observado nas sentenças do estudante E8, ao ressaltar que “Os gases do efeito estufa causam danos a

camada de ozônio que impede que a maior parte dos raios UV do sol aqueçam a terra”. O estudante E5 mencionou que “sim, a queima da camada de ozônio” e o E15 expressou que “Sim, os gases aumentam o buraco da camada de ozônio assim, entrando uma quantidade maior de raios ultravioleta causando o aquecimento global”.

Já, na subcategoria **Dependência**, os estudantes afirmaram que existe uma relação entre o Efeito Estufa e o aquecimento global. No entanto, ao justificarem qual a relação que existe entre os dois fenômenos, dois estudantes consideraram o Efeito Estufa como uma consequência do aquecimento global, como pode ser verificada nas respostas dos estudantes E7, ao considerar que “Sim, o efeito estufa é consequência do aquecimento global” e do E10, ao mencionar que “Sim, o aquecimento global é uma causa do efeito estufa”. Porém, o estudante E9, afirma que “Sim, pois o aquecimento global ocorre devido ao efeito estufa”.

Assim, conforme mencionado anteriormente, existem evidências que os estudantes possuem dificuldades de distinguir os conceitos de Efeito Estufa, de aquecimento global e de destruição da camada de ozônio. Tal fato é um indicativo que o processo de diferenciação progressiva não está completo, não permitindo aos estudantes diferenciar os subsunçores existentes em sua estrutura cognitiva (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2008).

Na categoria denominada **Não**, estão enquadradas as respostas dos estudantes que responderam que não existe relação entre o Efeito Estufa e o aquecimento global, como pode ser observado na proposição do estudante E3, ao escrever que “Acredito que não”.

A questão (É possível fazer uma analogia (comparação) entre o efeito que ocorre num automóvel fechado e estacionado ao Sol e o Efeito Estufa? Explique) visou verificar a capacidade dos estudantes em estabelecer relação entre um fenômeno natural e uma situação artificial do seu cotidiano. As respostas foram divididas em três categorias, Sim, Não e Outras, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 - Categorias e número de ocorrências sobre a analogia entre o efeito que ocorre num automóvel fechado e estacionado ao sol e o Efeito Estufa.

Categoria	Número de ocorrências
Sim	12
Não	1
Outras	2

Fonte: Do autor.

Na categoria denominada, **Sim**, foram relacionadas às respostas dos estudantes que afirmaram que é possível comparar as duas situações. Sendo que a maioria dos estudantes fez alusão ao aumento de temperatura no interior do automóvel como um parâmetro semelhante ao que ocorre na Terra devido ao Efeito Estufa. Algumas sentenças que ilustram o exposto são as dos estudantes E3, ao afirmar que “Sim, porque o carro no sol aqueceria, assim como o efeito estufa aquece a terra”, a do E10, ao ressaltar que “Sim, dentro do carro acontece um geral aquecimento do ar assim como o efeito estufa”, e a do E12, ao destacar que “Ambos estão sendo aquecidos pelo sol, mas de maneira diferente, na Terra os raios de solares ficam presos na atmosfera e no caso do carro é como se a parte exterior do carro fosse a atmosfera que é aquecida assim aquecendo o interior do carro”.

No entanto, alguns estudantes, além do aumento de temperatura, mencionaram outros fatores como a camada de ozônio, podendo ser observado na sentença do estudante E11, ao afirmar que “sim os raios entram no carro e fazem com que aumente a temperatura no interior do automóvel se os vidros forem cobertos isso não ocorre, faz o trabalho da camada de ozônio”, como, também, o aquecimento global, presente na sentença do estudante E15, ao referir-se que “O carro está muito quente por dentro é a mesma coisa que a terra está quente por causa do aquecimento global”.

Assim, pode-se dizer que ao estacionarmos um automóvel sob o sol, passado algumas horas, verifica-se que ao embarcar, o ar aprisionado no seu interior está numa temperatura superior a externa. Tal fato ocorre, pois “os vidros do carro agem de forma parecida com a atmosfera terrestre, isto é, permitem que a luz do sol ingresse, mas impedem que o calor saia”, ou seja, semelhante ao processo de uma estufa (CENTRO CLIMA, 2014).

Segundo Copelli et al. (1998), o que explica o fato dos automóveis aquecerem de maneira semelhante a uma estufa, é o calor irradiado pelo sol que chega até o automóvel sob a forma de luz visível, que atravessa o vidro e é absorvido pelos objetos no seu interior que passam emitir radiação infravermelha. Porém, o vidro é “opaco” à radiação infravermelha, ou seja, dificulta a sua passagem para o exterior, o qual se configura num efeito cumulativo (COPELLI et al., 1998).

É pertinente salientar que de acordo com Rubino e Vianna (2010), a radiação emitida pelo sol é composta por ondas eletromagnéticas de alta frequência, como radiação ultravioleta e luz visível e, também, por ondas de baixa frequência, como radiação infravermelha. No entanto, o vidro é opaco para as radiações de baixa frequência, como a radiação infravermelha e transparente para as radiações de frequência mais alta como a luz visível.

Já, o estudante E9, afirmou que “O efeito que ocorre em um automóvel fechado estacionado ao sol é um efeito natural, ocorrido pelos raios do sol. O efeito estufa não é totalmente natural, pois é provocado pelo homem em maior parte”. Assim sendo, percebe-se que o estudante tem dificuldade de reconhecer que o automóvel é artificial, pois, segundo Zuben (2014), artificiais são todos os artefatos produzidos pelos humanos.

É possível inferir que os estudantes enquadrados nesta categoria possuem subsunçores disponíveis em suas estruturas cognitivas. Porém, é provável que o contato com materiais de aprendizagem tenha ocorrido por memorização, o que não permitiu identificarem corretamente os parâmetros relacionáveis entre as situações apresentadas (AUSUBEL, 2003).

Na categoria denominada, **Não**, incluiu-se apenas a resposta do estudante E8, que afirma não ser possível fazer analogia entre o efeito que ocorre num automóvel fechado e estacionado ao Sol e o Efeito Estufa, como pode ser verificado no seu relato, “Não, o efeito que ocorre no carro é diferente do efeito estufa [...]”. Já, os estudantes E1 e E6, não responderam a questão, sendo incluídos na categoria denominada de **Outras**.

A partir da análise dos resultados de tal questão, pode-se inferir que os estudantes agrupados nas duas últimas categorias não possuem subsunçores disponíveis em suas estruturas cognitivas. Pois, para Cardoso (2011), os subsunçores estão ausentes quando os estudantes não respondem ou respondem incorretamente a pergunta ou não fazem menção a conceitos implícitos que permitissem relacionar conceitos.

Na sequência, apresentam-se as respostas das questões do pós-teste. Tais questões foram agrupadas em categorias e, conforme mencionado anteriormente, o pós-teste teve como objetivo verificar a evolução dos conhecimentos dos estudantes. Salienta-se, ainda, que para uma melhor organização, optou-se por apresentar primeiramente, os resultados do pré-teste e posteriormente, os resultados do pós-teste.

A questão do Pós-teste (A partir das observações realizadas, você considera os Gases do Efeito Estufa maléficos ou benéficos? Explique) visou identificar qual o juízo de valor dos estudantes em relação aos gases do Efeito Estufa. A partir da análise desta questão emergiram três categorias, Maléficos, Benéficos e Outras, sendo que a segunda foi dividida em duas subcategorias denominadas de Benéficos independentes da concentração (BIC) e de Benéficos dependentes da concentração (BDC), conforme a Tabela 10.

Tabela 10 - Categorias e número de ocorrências sobre o juízo de valor dos estudantes sobre os gases do Efeito Estufa.

Categoria	Subcategoria	Número de ocorrências
Maléficos	--	5
Benéficos	Benéficos independentes da concentração (BIC)	1
	Benéficos dependentes da concentração (BDC)	8
Outras	--	1

Fonte: Do autor.

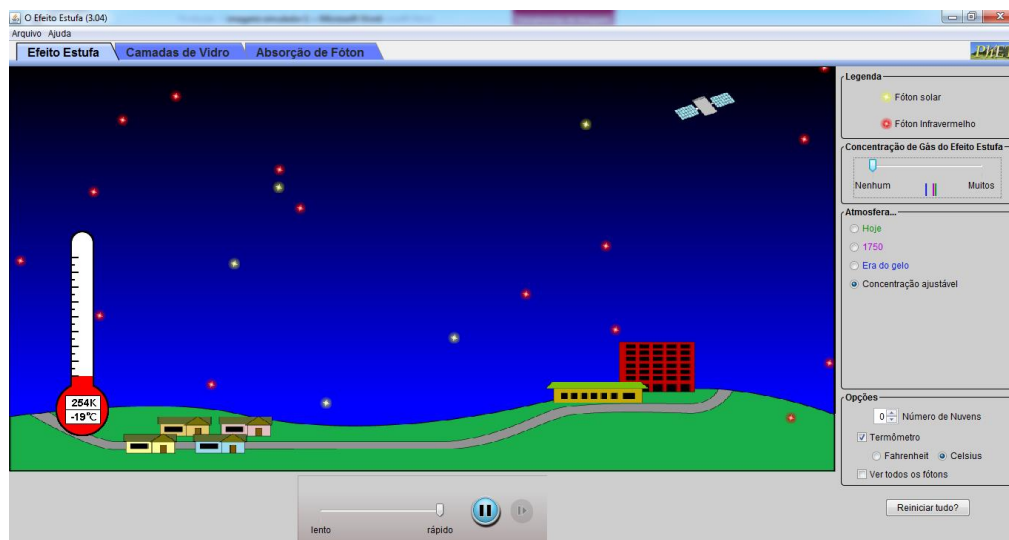
Na categoria designada, **Maléficos**, registraram-se as respostas que consideraram os gases do Efeito Estufa como maléficos, pois aumentam a temperatura da Terra. Pode-se citar algumas respostas que expressam tal categoria, como a do estudante E10, ao afirmar que são “Maléficos, pois aumentam a temperatura da Terra”, a do E12, que considerou “Maléficos porque eles interferem no retorno dos fótons infravermelhos fazendo a Terra ficar mais quente”. Já, o estudante E5 declarou que são “Maléficos, pois o céu não fica tão limpo e aumenta a taxa de fótons solares e fótons infravermelhos presentes na Terra”.

É provável que os estudantes chegassem a tais conclusões a partir da interação com o simulador. Pois, uma das possibilidades deste simulador é representar as alterações na temperatura, na quantidade de fótons solares, na quantidade de fótons infravermelhos e na

mudança de tonalidade da atmosfera quando modificamos a concentração de gases do Efeito Estufa.

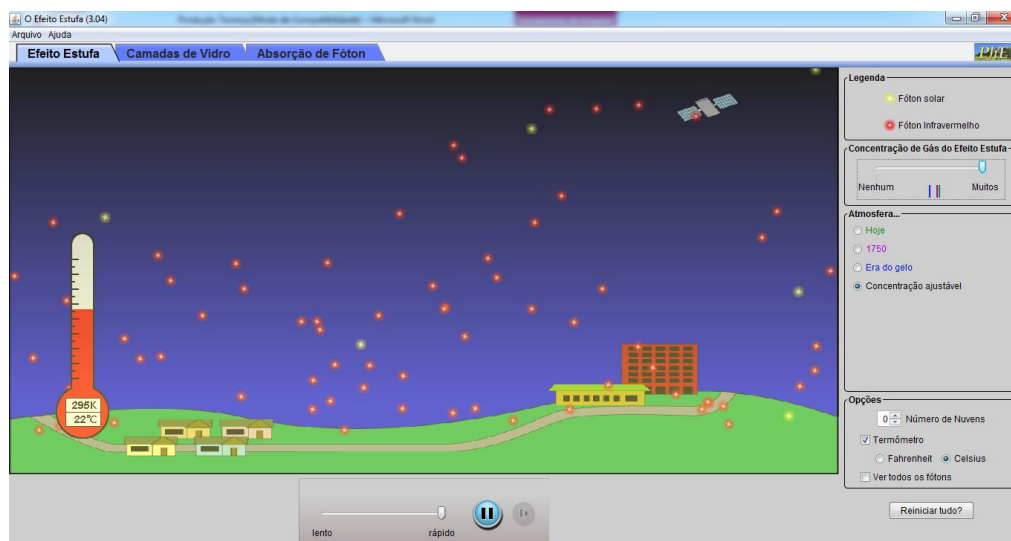
Desse modo, apresentam-se duas situações de interação com o simulador a título de ilustração, as quais serão denominadas de “A” e “B”. Na situação “A” utiliza-se a concentração de gases do Efeito Estufa em “Nenhum” (FIGURA 2) e na situação “B” utiliza-se a concentração de gases do Efeito Estufa em “Muitos” (FIGURA 3).

Figura 2 - Imagem do simulador que demonstra a atmosfera quando selecionado a concentração de gases do Efeito Estufa em "Nenhum".



Fonte: Do autor.

Figura 3 - Imagem do simulador que demonstra a atmosfera quando selecionado a concentração de gases do Efeito Estufa em "Muitos".



Fonte: Do autor.

Ao comparar as duas situações, observa-se que a temperatura registrada na situação “A” é de -19°C , menor que na situação “B” que é de 22°C . A tonalidade da atmosfera em “A” é mais clara que a tonalidade em “B” e que a situação “B” apresenta uma quantidade de fótons infravermelhos maiores que a situação “A”. No entanto, em relação à quantidade de fótons de luz não há alteração.

Observa-se, também, que a interação com o simulador possibilitou que os estudantes percebessem algumas influências dos gases de Efeito Estufa, como aumento de temperatura, retenção de fótons infravermelhos e tonalidade da atmosfera terrestre. Contudo, o estudante E5 não foi capaz de perceber que os fótons solares não são alterados pela variação da concentração destes gases.

Por outro lado, os estudantes não perceberam, a partir da simulação, que sem a presença dos gases do Efeito Estufa a temperatura na Terra seria muito baixa, o que traria dificuldades para a manutenção da vida.

Diante disso, pode-se inferir que para este grupo de estudantes, o simulador ou as atividades propostas não foram eficazes no sentido de compreenderem os gases do Efeito Estufa como benéficos.

A categoria **Outras**, abrigou apenas a resposta do estudante E11, pois, destoou das demais ao relatar que “Não sabendo se o fóton infravermelho é benéfico não tenho como responder, levando em conta que são maléficos então os gases também são. Já se são benéficos os gases podem ser”, revelando desconhecimento sobre a radiação infravermelha. Entretanto, esta resposta pode ser um indicativo de que o estudante conseguiu perceber as alterações nas quantidades de fótons infravermelhos conforme variava a concentração de gases do Efeito Estufa.

Na categoria, **Benéficos**, registraram-se as respostas dos estudantes que consideraram os gases do Efeito Estufa como benéficos, sendo divididas em duas subcategorias. Na subcategoria **BIC**, enquadrou-se a resposta do estudante E15, ao citar que são “Benéficos porque se não tiver gás do efeito estufa a Terra seria muito fria e com os gases teria uma temperatura boa”. Destaca-se que este estudante percebeu a influência dos gases do Efeito Estufa para a manter a temperatura terrestre entre os extremos necessários a manutenção vida. Porém, não menciona que o aumento na concentração destes gases pode potencializar o Efeito Estufa, com consequências negativas para a vida.

Na subcategoria **BDC**, incluiu-se as respostas dos estudantes que consideraram os gases do Efeito Estufa benéficos, considerando suas concentrações, ou seja, sendo benéficos em concentrações normais (naturais) e maléficos em concentrações elevadas (principalmente, aumentadas pelas ações antrópicas). As sentenças que elucidam esta categoria são as dos estudantes E1, ao dizer que “Considero benéficos, pois mantém a temperatura em condições estáveis para vida no planeta, pois sem eles a Terra seria muito fria. Mas também há o lado maléfico pois se for muito grande a quantidade desses gases, o calor pode ser retido na Terra assim aumentará a temperatura média do planeta”, e a do E14, ao salientar que

Ele pode ser considerado benéfico, porque através da composição entre o “nenhum” e “muito”, percebi que se não houvesse o efeito estufa as temperaturas seriam muito baixas e talvez não existiria vida[...]. Mas também pode ser maléfico porque em excesso pode aquecer o planeta demais (E14).

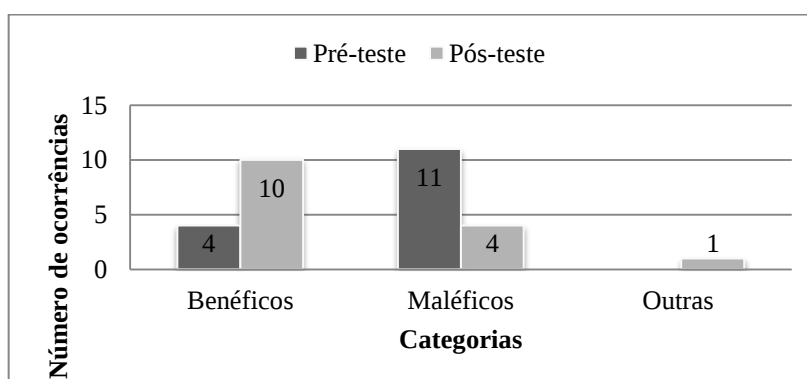
O estudante E7, também, ressalta que “Um pouco é necessário pois sem morreríamos de frio, mas muito também não, pois a temperatura pode subir muito”. Já, o estudante E9, deixa implícito que há um lado maléfico, ao afirmar que “Por um lado benéficos, pois sem a presença dos gases do Efeito estufa o planeta ficaria em uma temperatura muito baixa”.

Tais resultados em que os estudantes consideraram os gases do Efeito Estufa como benéficos, no entanto, fazem menção que a presença exacerbada na atmosfera é indesejável,

tendo como uma das consequências a elevação da temperatura da Terra, correspondendo com os estudos citados anteriormente.

Ao comparar os resultados desta questão com a questão três do Pré-teste, verificou-se que houve alteração no juízo de valores dos estudantes sobre os gases do Efeito Estufa presentes na simulação, conforme demonstra a Figura 4. No Pré-teste, 11 dos 15 estudantes consideraram os gases do Efeito Estufa como maléficos e quatro consideram benéficos. Contudo, no Pós-teste, 10 dos 15 estudantes consideram benéficos e quatro consideram maléficos. Portanto, observa-se que após a interação com o simulador, ocorreu uma alteração de quatro para 10 estudantes que manifestaram juízo de valor sobre os gases do Efeito Estufa em consonância com a maioria dos estudos sobre este tema.

Figura 4 - Gráfico comparativo das respostas do pré-teste e do pós-teste referentes à alteração no juízo de valor quanto às influências provocadas no clima pelos gases do Efeito Estufa.



Fonte: Do autor.

A questão (As nuvens interferem no Efeito Estufa? Explique) do pós-teste teve como propósito avaliar se os estudantes conseguiram identificar, após a interação com o simulador computacional, as influências da presença de nuvens no aumento do Efeito Estufa. Ao analisar tal questão, emergiram-se duas categorias: Interferem e Não Interferem, segundo a Tabela 11.

Tabela 11- Categorias e número de ocorrências da questão dois do pós-teste.

Categoria	Número de ocorrências
Interferem	13
Não Interferem	2

Fonte: Do autor.

Para integrar a categoria denominada, **Interferem**, foram consideradas as respostas que conceberam a interferência das nuvens no Efeito Estufa. A maioria dos estudantes mencionou que tal interferência ocorre devido à retenção de radiação infravermelha pelas nuvens. Algumas sentenças que demonstram estes argumentos são as dos estudantes E13, ao afirmar que “Sim, porque elas bloqueiam a saída dos fótons infravermelhos”, a do E11, ao dizer que “Observando, parecem que interferem, pois elas fazem com que os fótons infravermelho se concentrem mais próximos do solo” e a do E14, ao declarar que “Sim, porque elas absorvem uma pequena parte da radiação”.

Cabe lembrar que neste estudo utilizou-se o termo fóton infravermelho para referir-se a radiação infravermelha, o termo fóton visível faz alusão ao espectro de luz visível e o termo fóton solar refere-se a energia irradiada pelo sol. Salienta-se que tais terminologias foram adotadas para ficarem em consonância com as apresentadas na simulação utilizada.

Destaca-se que uma das possibilidades deste simulador é verificar as influências das nuvens no clima. Sendo assim, é possível observar alterações na temperatura, na quantidade de fótons solares e na quantidade de fótons infravermelhos. Pode-se dizer que ao comparar dois cenários distintos, um com a presença de nuvens, designado de cenário “C” (FIGURA 5) e o outro sem a presença de nuvens, denominado de cenário “D” (FIGURA 6), tais alterações ficam mais perceptíveis. No cenário “C”, é possível verificar que há uma densidade maior de fótons infravermelhos entre a superfície terrestre e as nuvens e uma densidade menor acima das nuvens. No entanto, com relação aos fótons de luz visível, percebe-se uma densidade maior acima das nuvens e menor abaixo das nuvens.

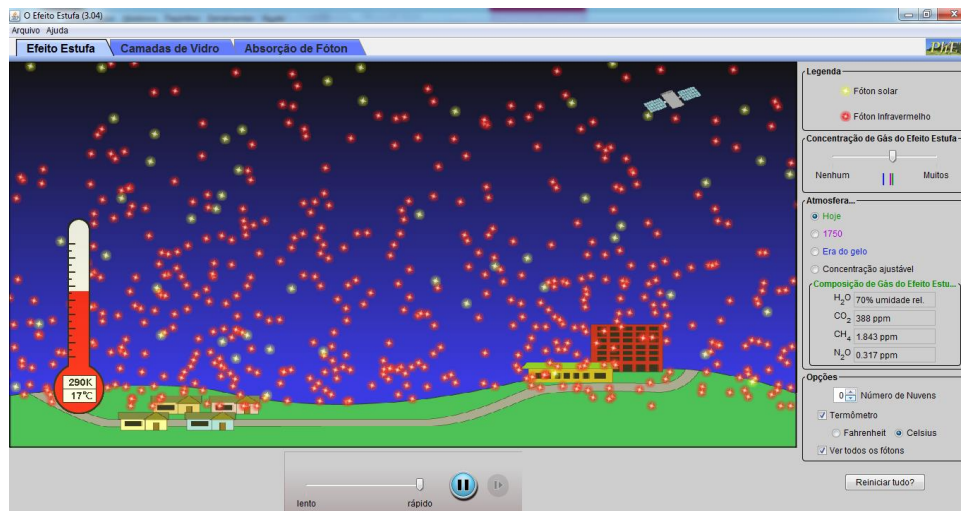
Já, no cenário “D”, observa-se uma concentração de raios infravermelhos com variação gradativa crescente de baixo para cima e concentração gradativa decrescente de fótons de luz de cima para baixo. Com relação à temperatura, observa-se que no cenário “D”, o termômetro registra 17 °C, sendo mais elevada que no cenário “C”, no qual registra 15 °C.

Figura 5 - Cenário “C” com a presença de nuvens.



Fonte: Do autor.

Figura 6 - Cenário “D” sem a presença de nuvens.



Fonte: Do autor.

Assim, conforme as figuras apresentadas, verifica-se que a interação com o simulador é capaz de demonstrar que as nuvens retêm parte da radiação infravermelha. No entanto, o relato do estudante E12 considera “Um pouco, porque tem alguns fótons que ficam presos na atmosfera e também ajuda a refletir algum para o espaço”. O estudante E7 afirma que “Sim, elas refletem os fótons infravermelhos, tanto os repelindo como os aprisionando por mais tempo na atmosfera”, demonstram que as nuvens absorvem e refletem radiação infravermelha para o espaço. Já, para o estudante E9, houve a possibilidade de observar que as nuvens

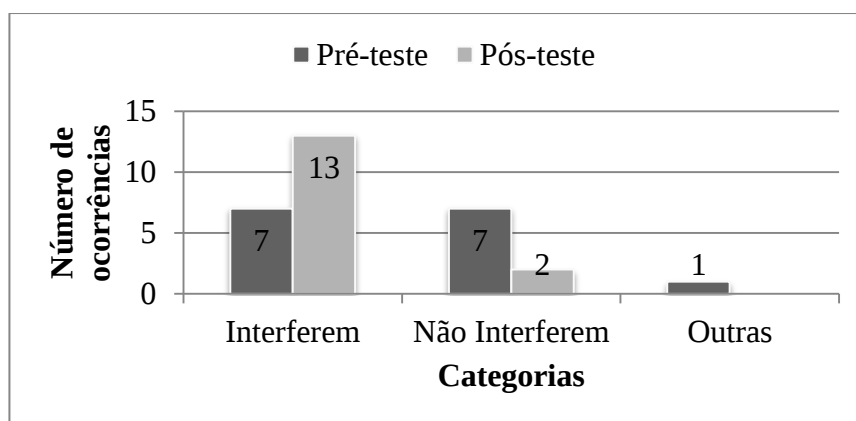
refletem as radiações solares diminuindo o Efeito Estufa, ao declarar que “Sim, elas refletem radiação solar e provocam um efeito contrário aos gases do efeito estufa”.

Ainda, destaca-se a resposta do estudante E15, ao mencionar que a influência das nuvens no Efeito Estufa é devido ao aumento da concentração de fótons, que acaba elevando a temperatura. Porém, não cita se são fótons infravermelhos ou fótons de luz, como pode ser verificado na sua afirmação, ao dizer que “Sim, porque com as nuvens aumenta a concentração dos fótons aquecendo muito e causando muito calor”.

Quanto à categoria denominada **Não interferem**, foram enquadradas as respostas dos estudantes que consideraram que as nuvens não interferem no Efeito Estufa. Como exemplo, tem-se a sentença do estudante E6, que ressalta que “Não, pois a parte da partícula é absorvida sem as nuvens causa a variação de 1°C em relação quando há nuvem” e, também, do E4, ao considerar que “Não. Porque mesmo havendo nuvens, as partículas de luz subiam e desciam sem nenhuma alteração em relação aos outros casos”. Apesar de afirmar que as nuvens não interferem no Efeito Estufa, o estudante E6 relata uma variação de um grau Celsius na temperatura.

Após a interação com o simulador, os estudantes alteraram suas concepções sobre a interferência das nuvens no Efeito Estufa. Pois, ocorreu um acréscimo de respostas que consideraram a interferência das nuvens no Efeito Estufa, passando de sete para 13, acompanhado de uma redução nas respostas que afirmam não haver interferência das nuvens sobre o Efeito Estufa, reduzindo de sete para duas respostas (FIGURA 7).

Figura 7 - Gráfico comparativo entre as respostas do pré-teste e do pós-teste sobre as influências das nuvens no Efeito Estufa.



Fonte: Do autor.

A questão do Pós-teste (Depois de aquecida, qual tipo de radiação a terra emite para o espaço) verificou se os estudantes, após o uso do simulador computacional, identificariam qual o tipo de radiação que a Terra emite após receber a luz solar. Analisando as respostas desta questão, emergiram duas categorias: Radiação Infravermelha e Outras, conforme Tabela 12.

Tabela 12 - Categorias e número de ocorrências sobre a percepção dos estudantes com relação ao tipo de radiação que a Terra emite após ser aquecida pela luz solar.

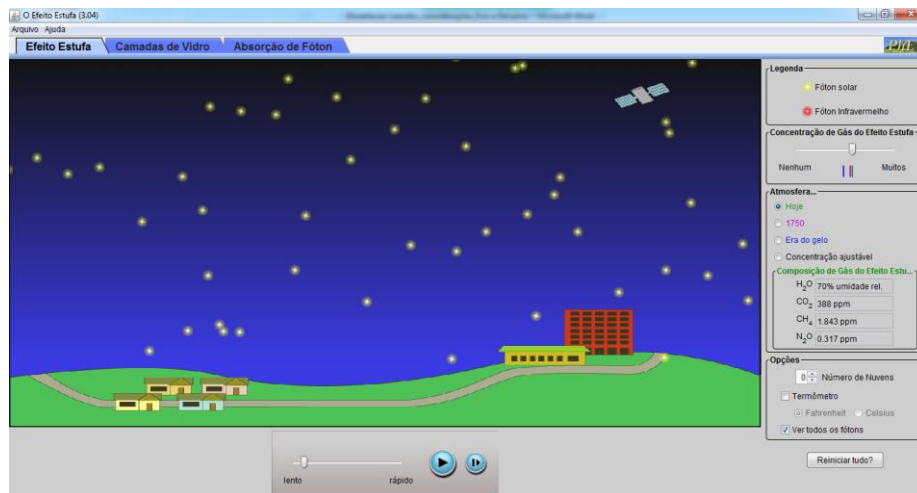
Categoria	Número de ocorrências
Radiação Infravermelha	12
Outras	3

Fonte: Do autor

Na categoria **Radiação Infravermelha** foram incluídas as respostas dos estudantes que identificaram os fótons infravermelhos como a radiação que a Terra emite após ser aquecida pela luz solar. Para ilustrar esta categoria, cita-se a fala do estudante E1, ao declarar que “A Terra emite radiação infravermelha para o espaço, ou seja, calor”, e a do E3, ao dizer que “Depois de aquecida a Terra emite em radiação infravermelho”.

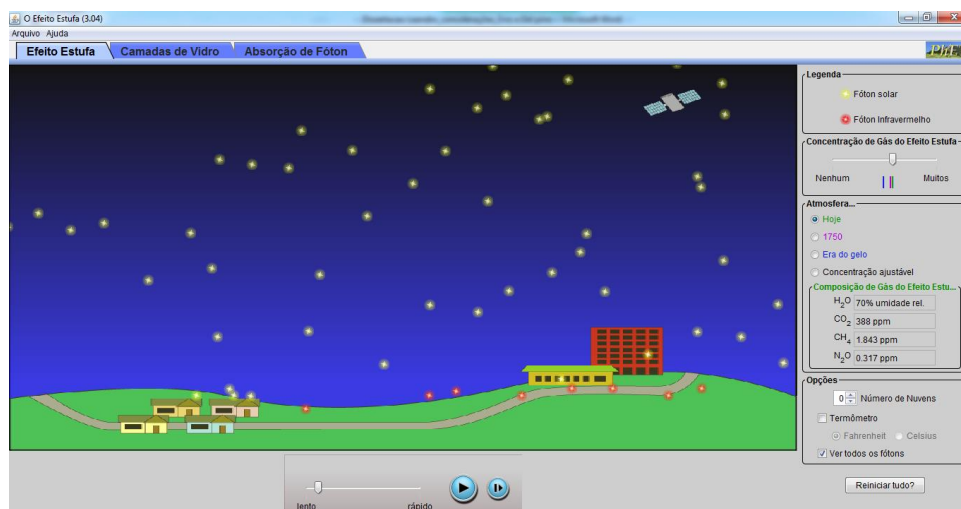
Verifica-se que após a interação com o simulador, os estudantes conseguiram identificar qual o tipo de radiação que a Terra emite após ser aquecida. Dessa forma, as Figuras 8, 9 e 10, nesta sequência, demonstram que a partir da interação dos estudantes com o simulador, pode-se facilitar a compreensão do processo de aquecimento da Terra pela radiação solar e emissão de radiação infravermelha.

Figura 8 - Demonstração da incidência de fótons solares na Terra.



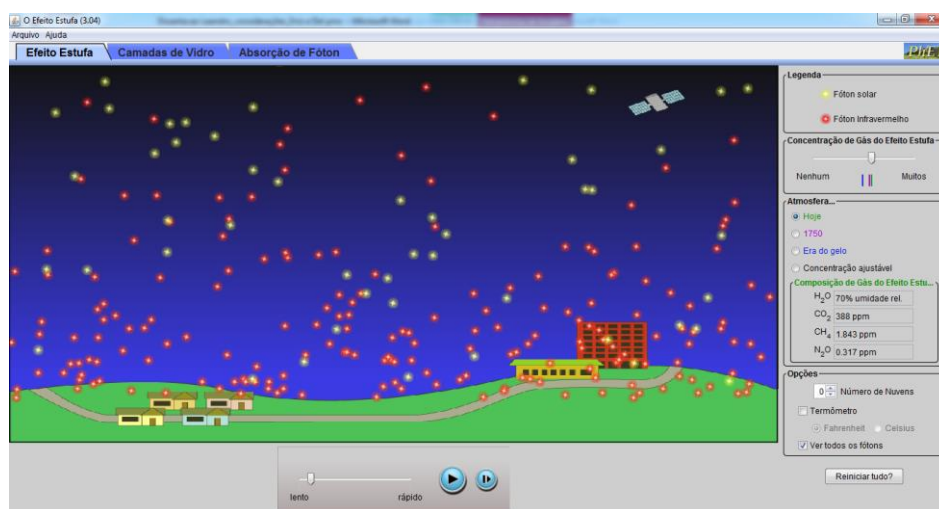
Fonte: Do autor.

Figura 9 - Demonstração da incidência de fótons solares na Terra e a emissão dos primeiros fótons infravermelhos.



Fonte: Do autor.

Figura 10 - Demonstração da incidência de fótons solares na Terra e o aumento da concentração de fótons infravermelhos emitidos pela terra com o passar do tempo.



Fonte: Do autor.

Na categoria denominada de **Outras**, abrigou-se as respostas dos estudantes que não apresentaram nexos com a pergunta ou não a responderam, por motivos não identificados.

A questão (Qual a relação entre o efeito apresentado na simulação com camadas de vidro e o interior de um automóvel estacionado ao sol?) do pós-teste verificou a capacidade dos estudantes em estabelecer relação entre um fenômeno natural e uma situação artificial do seu cotidiano. Duas categorias emergiram desta questão, a saber: Retenção de fótons infravermelhos; e Aumento de temperatura, como apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 - Categorias e número de ocorrências sobre a relação entre a situação apresentada na simulação com camadas de vidro e o interior de um automóvel estacionado ao sol.

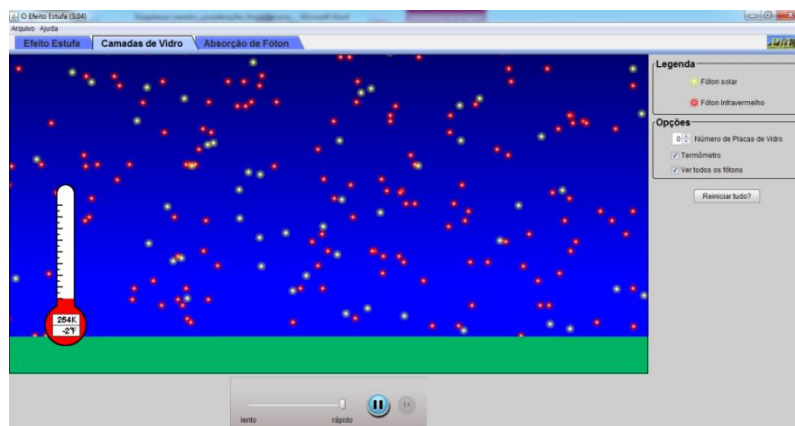
Categoria	Número de ocorrências
Retenção de fótons infravermelhos com aumento de temperatura	5
Aumento de temperatura	4
Presença de Fótons	3
Outras	3

Fonte: Do autor.

Importante enfatizar que o simulador disponibiliza na aba “camadas de vidro” a inserção de camadas de vidro na atmosfera representada. Sendo possível, dessa maneira, observar que na ausência de camadas de vidro, os fótons solares e os fótons infravermelhos estão distribuídos uniformemente (FIGURA 11). Já, na presença de camadas de vidro, observa-se uma concentração de fótons infravermelhos sobre as camadas, porém, para os fótons solares, a distribuição é homogênea (FIGURA 12).

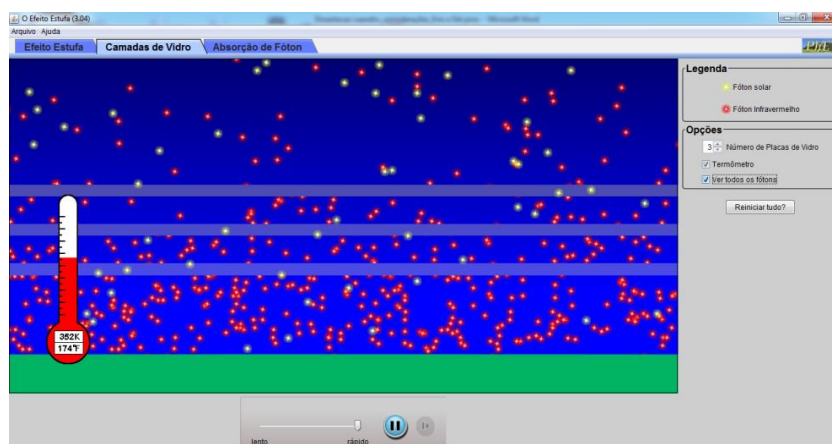
Ainda, é possível verificar que na simulação com a presença de camadas de vidro a temperatura chega a 352K (79°C) (FIGURA 12), sendo mais elevada que na simulação sem a presença de camadas de vidro, que registra 254K (-19°C) (FIGURA 11).

Figura 11 - Incidência de fótons solares e a emissão fótons infravermelhos com distribuição homogênea



Fonte: Do autor.

Figura 12 - Incidência de fótons solares e a emissão fótons infravermelhos com distribuição heterogênea.



Fonte: Do autor.

Na categoria denominada, **Retenções de fótons infravermelhos**, foram enquadradas as respostas que consideram que a relação entre o efeito apresentado na simulação com camadas de vidro e o interior de um automóvel estacionado ao sol, ocorre pela retenção de radiação infravermelha acompanhada de aumento na temperatura, como demonstra as sentenças dos estudantes E1, ao destacar que “Nas duas situações o vidro forma uma barreira e impedem que os raios infravermelhos escapem aumentando a temperatura”, a do estudante E2, ao dizer “Pois nas duas situações formam uma representação de como ocorre o efeito estufa, retém os raios infravermelhos assim aumentando a temperatura” e a do E13, ao afirmar que “A relação é que os fótons solares penetram na superfície e os infravermelhos não são expelidos de forma correta, deixando assim, o ambiente com uma temperatura mais elevada”.

Na categoria designada de **Aumento de temperatura**, incluíram-se as respostas dos estudantes que mencionaram o aumento de temperatura como sendo a relação existente entre o efeito apresentado na simulação com camadas de vidro e o interior de um automóvel estacionado ao sol. As respostas que exemplificam esta categoria são as dos estudantes E5, ao afirmar que “Quanto mais camadas de vidro maior a temperatura” e do E10, ao relatar que “O mesmo com o aumento da temperatura”.

Na categoria denominada, **Presença de Fótons**, foram enquadradas as respostas que consideraram que a relação entre o efeito apresentado na simulação com camadas de vidro e o interior de um automóvel estacionado ao sol ocorre através da retenção de radiação infravermelha, como demonstra a sentença do estudante E8, ao salientar que “O vidro do automóvel retém os fótons no interior do mesmo”.

Já, a categoria denominada **Outras**, abrigou as respostas dos estudantes que não apresentaram coerência com a pergunta ou não a responderam, por motivos não identificados.

Comparando os resultados desta questão com os resultados da questão 8 do pré-teste, é possível inferir que a simulação utilizada atuou como Organizador Prévio, pois permitiu aos estudantes identificarem parâmetros que se assemelham nas situações propostas.

Na questão (Quais os gases atmosféricos contribuem para o Efeito Estufa? Explique) do pós-teste, buscou-se saber quais gases os estudantes consideram contribuir para o Efeito Estufa após terem interagido com o simulador. A Tabela 14 apresenta a categorização e o número de ocorrências desta questão.

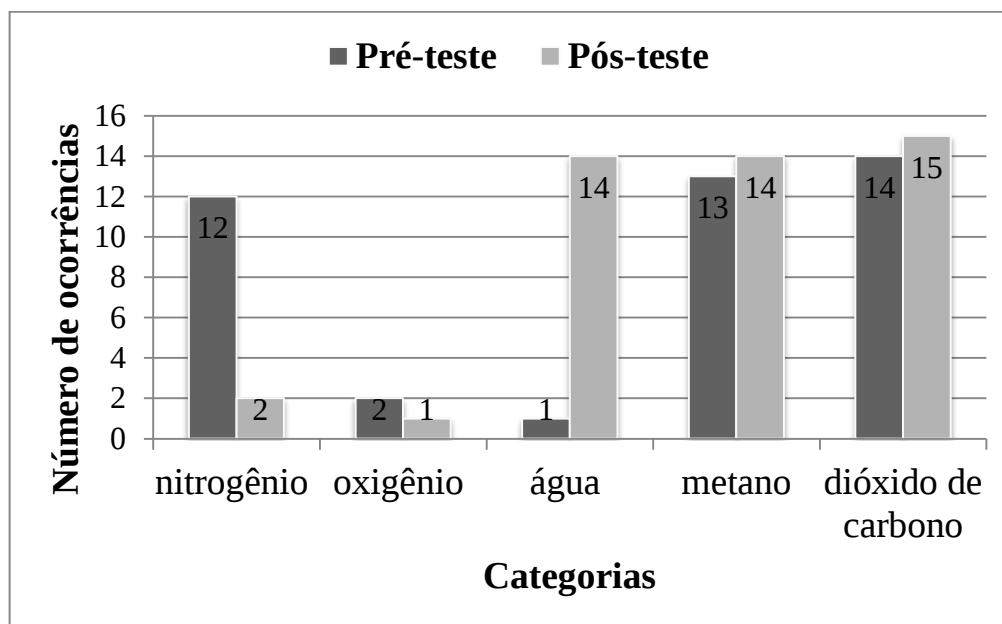
Tabela 14 - Categorias e número de ocorrências dos gases que os estudantes consideram contribuir para o Efeito Estufa.

Gases que foram mencionados	O ₂	CO ₂	H ₂ O	N ₂	CH ₄
Número de ocorrências	1	14	14	2	13

Fonte: Do autor.

Após a categorização, comparou-se os dados desta questão com os dados da questão 4 do Pré-teste (Figura 13). Assim, percebeu-se que houve alteração no entendimento dos estudantes, após a interação com o simulador sobre quais gases contribuem para o Efeito Estufa.

Figura 13 - Gráfico comparativo entre as respostas do pré-teste e do pós-teste sobre os gases considerados pelos estudantes que contribuem para o Efeito Estufa.



Fonte: Do autor.

É importante destacar que a alteração mais significativa se deu em relação à percepção dos estudantes sobre a participação do vapor d'água e do gás nitrogênio no Efeito Estufa. No pré-teste, apenas um dos 15 estudantes havia considerado a influência do vapor d'água no Efeito Estufa contra 14 no Pós-teste. Já, com relação ao nitrogênio, 12 dos 15 estudantes no Pré-teste haviam considerado a influência desta molécula no Efeito Estufa, passando para somente dois no Pós-teste.

Assim, é possível inferir que a interação com o simulador auxiliou na identificação de alguns dos gases que provocam o Efeito Estufa e outros que não interferem em tal fenômeno. Tal distinção pôde ser feita, provavelmente, pois o simulador possibilita observar a interação ou não da radiação infravermelha com moléculas de gases.

Na simulação, observa-se que há interação da radiação infravermelha com as moléculas dos gases CO_2 (FIGURA 14), H_2O (FIGURA 15) e CH_4 (FIGURA 16). Esta interação torna-se visível, pois as moléculas começam a vibrar com a incidência da radiação infravermelha, indicando que estão absorvendo energia, sendo que na sequência emitem fótons infravermelhos. Já, nas moléculas de N_2 (FIGURA 17) e O_2 (FIGURA 18) não se observa a vibração e/ou emissão de fótons infravermelhos.

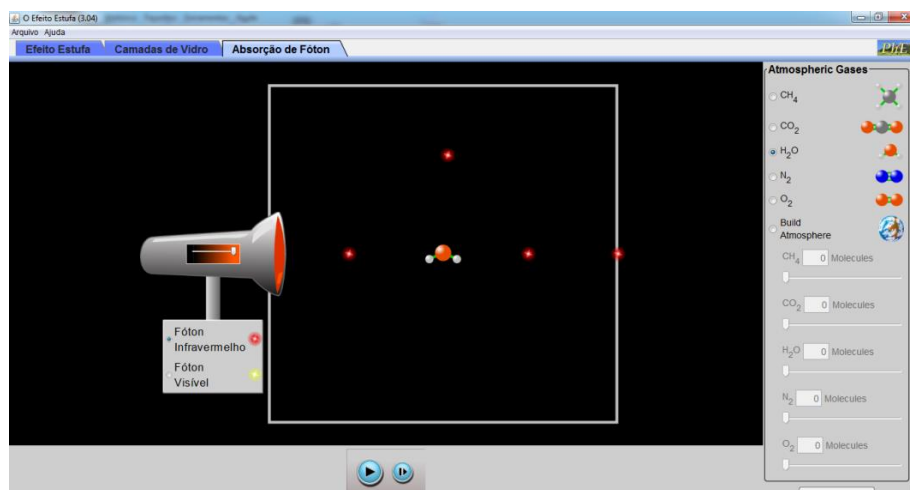
A emissão de fótons infravermelhos pelas moléculas fica visível na simulação, pois são trajetórias variadas. Já, quando não há interação, as trajetórias dos fótons são retilíneas. Também, é importante ressaltar que não se observa a vibração das moléculas de CO_2 , H_2O , CH_4 , N_2 e O_2 com a incidência de fótons solares e nem a emissão destes, indicando não haver interação.

Figura 14 - Incidência de fótons Infravermelhos sobre a molécula de CO_2 .



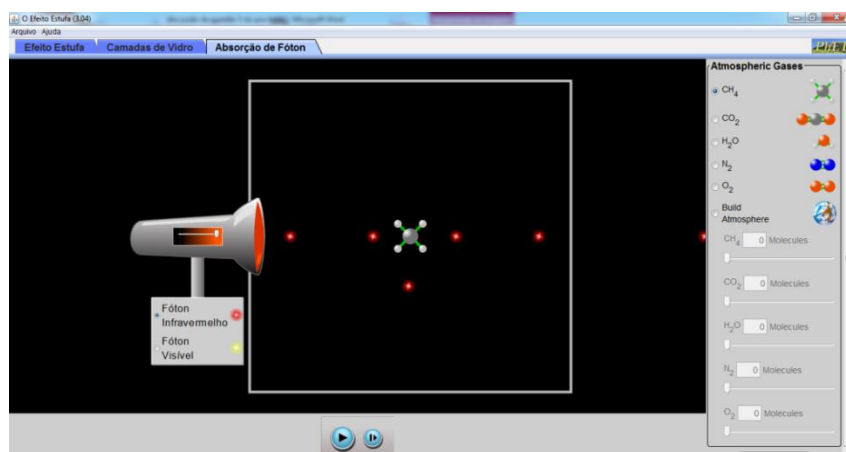
Fonte: Do autor.

Figura 15 - Incidência de fótons Infravermelhos sobre a molécula de H_2O .



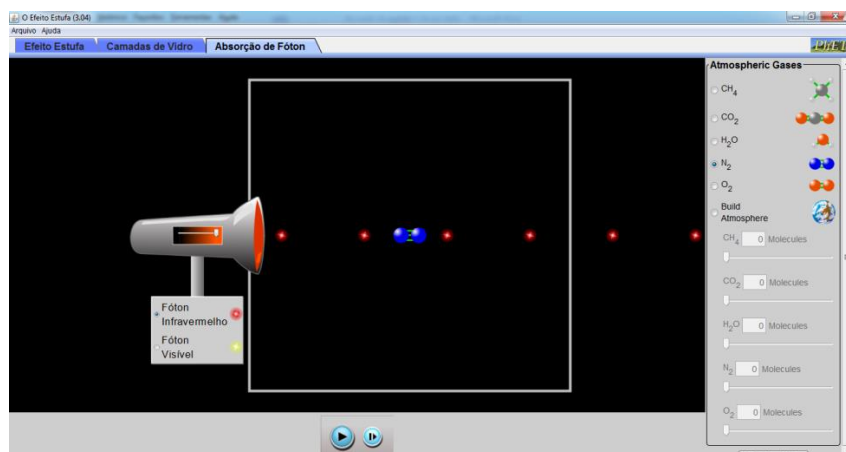
Fonte: Do autor.

Figura 16 - Incidência de fótons Infravermelhos sobre a molécula de CH_4 .



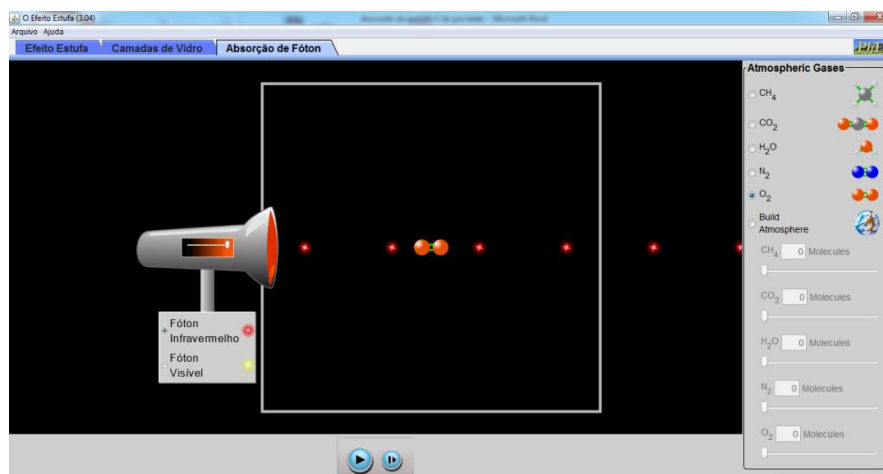
Fonte: Do autor.

Figura 17 - Incidência de fótons Infravermelhos sobre a molécula de N_2 .



Fonte: Do autor.

Figura 18 - Incidência de fótons Infravermelhos sobre a molécula de O_2 .



Fonte: Do autor.

Vale mencionar que a superfície terrestre recebe energia tanto do sol quanto da atmosfera. Quando a atmosfera absorve radiação terrestre ela se aquece, irradiando energia para cima e para baixo, sendo que parte desta energia que incide na superfície terrestre é absorvida e emitida novamente, repetindo-se o ciclo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL, 2014).

Pode-se dizer que as justificativas apresentadas pelos estudantes para esta questão, também, reforçam o provável auxílio do simulador na identificação dos gases de Efeito Estufa. Algumas sentenças que ilustram esta afirmação são as dos estudantes E15, ao salientar que “ CH_4 , CO_2 e H_2O , porque eles absorvem os fótons infravermelhos e quando liberam a maioria fica concentrada perto do solo” e a do E4, que destaca o “ H_2O , CO_2 e CH_4 porque quando os fótons de infravermelho são lançados são absorvidos por esses elementos”.

O propósito da questão (Dos gases que contribuem para o Efeito Estufa, o CO_2 é o que tem o menor potencial para aquecer a atmosfera. Então porque esse gás é o que representa maior risco para o aquecimento global?) do Pós-teste foi verificar se, após a interação com o simulador computacional, os estudantes ampliaram seus conceitos, tornando-os mais abrangentes. Foram encontradas três categorias para esta questão, conforme Tabela 15.

Tabela 15 - Categorias e número de ocorrências sobre as possíveis causas do CO₂ ser considerado o principal gás do Efeito Estufa.

Categoria	Número de ocorrências
Queima de combustível	6
Quantidade de gás Presente	5
Absorção de radiação Infravermelha	4

Fonte: Do autor.

Na categoria **Queima de combustível** inclui-se as respostas nas quais os estudantes atribuíram ao CO₂, presente na atmosfera, como sendo resultado da queima de combustíveis. Ou seja, consideraram isso como a principal influência deste gás para o aquecimento global. Apresentam-se algumas sentenças desta categoria, a saber, a do estudante E1, ao afirmar, “Porque ele é produto de combustível que fica por muito tempo na atmosfera”, a do E3, ao salientar “Porque ele é produto de uma queima de combustível” e a do E8, ao relatar que “Este gás é produto da queima de combustíveis fósseis”.

Pode-se dizer que as “reações de combustão são reações químicas que envolvem a oxidação completa de um combustível. Os principais elementos químicos que constituem um combustível são carbono, hidrogênio e em alguns casos, enxofre”. Ao reagirem com oxigênio, liberam além de energia, H₂O, CO₂ e dióxido de enxofre (SO₂), respectivamente. (BIZZO, 2014)

A categoria **Quantidade de gás Presente** abrigou as respostas dos estudantes que atribuíram à presença em grande quantidade de CO₂ na atmosfera terrestre à principal influência para o aquecimento global. As respostas que exemplificam esta categoria são as dos estudantes E7, ao dizer “Pois é o que existe em maior quantidade”, e a do A5, ao manifestar que é “Por que esse gás é o mais presente no globo por isso aquece mais o globo”.

Já, a Categoria denominada **Absorção de radiação infravermelha** incluiu as respostas em que os estudantes atribuíram a capacidade do CO₂ em interagir com a radiação infravermelha emitida pela Terra como a principal influência para o aquecimento global. Cita-se, como exemplo ilustrativo desta categoria, as sentenças dos estudantes E6, ao justificar “Porque se a concentração de CO₂ e passar dos limites gera uma grande absorção dos raios

infravermelho, causando o aumento da temperatura” e, também, a do E14, ao declarar “Porque observando percebe-se que ele transmite muita parte da radiação para o espaço, assim esses podem causar o aquecimento global”.

É possível evidenciar que apenas cinco dos 15 estudantes relacionaram à presença abundante do CO₂ na atmosfera terrestre como um fato que favorece um maior risco para o aquecimento global.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As TIC podem auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem. Cabe, portanto, encontrar estratégias didático-metodológicas que auxiliem na construção do conhecimento e, dessa maneira, permitir aos estudantes que assumam posições críticas e reflexivas frente aos temas relevantes que demandam urgência em sua abordagem.

Assim, a escolha deste estudo “RECURSOS TECNOLÓGICOS E TEMAS TRANSVERSAIS NO ENSINO DA FÍSICA: um estudo de caso no IF Sul/Câmpus Camaquã”, nasceu de inquietações e percepções provenientes das vivências enquanto professor, remetendo-me a um questionar contínuo sobre a prática docente, a fim de encontrar metodologias que possam favorecer os processos de ensino e aprendizagem.

Enfatiza-se que o procedimento metodológico adotado demonstrou-se adequado para que os objetivos da proposta fossem atingidos. Permitindo, dessa maneira, investigar o uso do simulador PhET como ferramenta capaz de potencializar os processos de ensino e aprendizagem da Física.

Assim sendo, um dos objetivos desta pesquisa foi realizar um levantamento das concepções prévias dos estudantes sobre Efeito Estufa e avaliar a evolução conceitual sobre o tema, no qual foi realizado através do Pré-teste.

A construção de um roteiro de atividades de uso do simulador PhET, capaz de auxiliar na compreensão do Efeito Estufa na educação básica, foi outro aspecto desenvolvido nesta pesquisa. Percebeu-se durante a interação com o simulador que os estudantes não apresentaram dificuldades na compreensão do roteiro, pois realizaram as atividades propostas.

A partir desta interação com o referido simulador, observou-se que os estudantes modificaram e ampliaram conceitos sobre o Efeito Estufa. Pois, tal interação auxiliou, principalmente, na compreensão de que o Efeito Estufa é um fenômeno natural e que as ações antrópicas podem potencializá-lo.

Destaca-se que alguns estudantes, após a interação com o simulador, consideraram os gases do Efeito Estufa como benéficos, no entanto, fizeram menção que sua presença exacerbada na atmosfera é indesejável, tendo como uma das consequências a elevação da temperatura da Terra.

Outra evidência que merece destaque refere-se à percepção por parte dos estudantes sobre os gases que contribuem para o Efeito Estufa. Sendo que a principal alteração se deu sobre a participação do vapor d'água e do nitrogênio. Pois, antes da interação com o simulador, o vapor d'água não foi considerado como um gás de Efeito Estufa pela maioria dos estudantes. Porém, após a interação com o simulador, a maioria dos estudantes considerou este como sendo um gás de Efeito Estufa. Com relação ao nitrogênio, antes da interação, grande parte dos estudantes considerou este gás como sendo de Efeito Estufa. Entretanto, após a interação, tal gás não foi considerado um gás de Efeito Estufa.

Ainda, evidenciou-se que após a interação com o simulador, alguns estudantes alteraram suas concepções sobre a interferência das nuvens no Efeito Estufa. Pois, ocorreu um acréscimo de respostas que consideraram a interferência das nuvens no Efeito Estufa, acompanhado de uma redução nas respostas que afirmam não haver interferência das nuvens sobre o Efeito Estufa.

No entanto, é importante fazer uma ressalva em relação ao simulador PhET, pois a simulação “Efeito Estufa” não aborda outros gases considerados de Efeito Estufa, como compostos de clorofluorcarbono (CFC).

Por outro lado, salienta-se que a atividade desenvolvida sobre o tema Efeito Estufa, suscitou um momento favorável para a abordagem de temas relacionados à Termologia, à Óptica e à Ondulatória, dentre outros, constituindo-se como tema transversal no ensino da Física.

Diante disso, considera-se que a atividade desenvolvida atendeu os pressupostos da Aprendizagem Significativa, pois possibilitou aos estudantes adquirirem novos conceitos e

relacioná-los com conceitos pré-existentes em suas estruturas cognitivas. Também, ao diferenciar conceitos e integrá-los numa perspectiva mais abrangente, reconhecendo semelhanças e relações, evidenciou-se a presença da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora.

É possível enfatizar que o simulador PhET no que se refere a simulação “Efeito Estufa” mostrou-se como uma ferramenta capaz de potencializar os processos de ensino e aprendizagem.

Também, ressalta-se a satisfação deste pesquisador no desenvolvimento desta proposta didático-metodológico que aliou recursos computacionais com temas transversais. Acredita-se que o uso deste simulador possibilitou potencializar os processos de ensino e aprendizagem da física.

Para finalizar, destaca-se que a partir dos resultados obtidos com este estudo, há a possibilidade de avançar com novas pesquisas na área de ensino de ciências exatas. Dessa maneira, sugestiona-se aprofundar o estudo realizando adequações no simulador a fim de torná-lo mais compatível com os conceitos físicos, bem como a utilização de outros simuladores.

6 PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Resultados parciais desta pesquisa foram apresentados em eventos nacionais e internacionais:

-Simulador Computacional: uma maneira de facilitar a aprendizagem sobre o efeito estufa; no 34º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ), Santa Cruz do Sul- Brasil, 2014.

-Simulador PhET e o ensino do Efeito Estufa; no XX Encontro de Química da Região Sul, Lajeado - Brasil, 2013.

-Simuladores computacionais no ensino de física: abordando o efeito estufa sob o enfoque da transversalidade; no IV Seminário institucional do PIBID Univates, II Simpósio Nacional sobre docência na educação básica e I Congresso Internacional de ensino e aprendizagens, Lajeado-Brasil, 2014.

-Simulador PhET e o ensino do Efeito Estufa; na XV Mostra de Ensino, Extensão e Pesquisa, Lajeado- Brasil, 2013.

- A importância dos recursos tecnológicos no ensino da física: um estudo de caso no IFSul/Câmpus Camaquã; na VI Mostra do Mestrado em Ensino de Ciências Exatas, Lajeado-Brasil, 2014.

REFERÊNCIAS

ADRIÁN, Mariella; LLANO, José Gregorio de. **A informática educativa na escola**. São Paulo: Edições Loyola, 2006.

ALMEIDA, Maria Elizabeth de. **Proinf: informática e formação de professores**. Brasília:Ministério da Educação, 2000. v.1.

ALMEIDA, Tereza Joelma Barbosa. Abordagem dos temas transversais nas aulas de ciências do ensino fundamental, no distrito de Arembepé, município de Camaçari-Ba. **Candombá**, v. 2, n. 1, p. 1-13, 2006. Disponível em: <<http://revistas.unijorge.edu.br/candomba/2006-v2n1/pdfs/TeresaAlmeida2006v2n1.pdf>>. Acesso em: 8 dez. 2013.

ANDI. Mudanças Climáticas. **Efeito Estufa**. Disponível em: <<http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/661>>. Acesso em: 10 set. 2014a.

ANDI. Mudanças Climáticas. **Gases de Efeito Estufa (GEE)**. Disponível em: <<http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/660>>. Acesso em: 12 set. 2014c.

ANDI. Mudanças Climáticas. **Equilíbrio Radiativo**. Disponível em: <<http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/660>>. Acesso em: 10 set. 2014b.

ANDRÉ, Marli Elisa Dalmazio Afonso; Lüdke, Menga. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

ARAUJO, Ives Solano. **Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino de física geral**. 2005. 238 f. Tese (Doutorado em física) IF-UFRGS. Disponível em:<<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5771>>. Acesso em: 11ago.2014.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e Retenção de Conhecimento: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

BARBOSA, Leandro Neutzling et al. Simulador Computacional: uma maneira de facilitar a aprendizagem sobre o efeito estufa. In: 34º ENCONTRO DE QUÍMICA DA REGIÃO SUL, 34., 2014, Santa Cruz do Sul. **Anais eletrônicos...** Santa Cruz do Sul: UNISC, 2014. Disponível em: <<http://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/edeq/index>>. Acesso em: 20 out. 2014.

BARBOSA, Leandro Neutzling et al. Simuladores computacionais no ensino de física: abordando o efeito estufa sob o enfoque da transversalidade. In: IV SEMINÁRIO INSTITUCIONAL DO PIBID UNIVATES, II SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE DOCÊNCIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA E I CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENSINO E APRENDIZAGENS, 4., 2014, Lajeado. **Anais...** Lajeado: Univates, 2014, p. 371.

BARBOSA, Leandro Neutzling; OLIVEIRA, Eniz Conceição. Simulador PhET e o ensino do Efeito Estufa. In: XV MOSTRA DE ENSINO, EXTENSÃO E PESQUISA, 15., 2013, Lajeado. **Anais...** Lajeado: Univates, 2013, p. 431.

BARBOSA, Leandro Neutzling; OLIVEIRA, Eniz Conceição; DEL PINO, José Claudio. A importância dos recursos tecnológicos no ensino da física: um estudo de caso no IF Sul/Câmpus Camaquã. In: VI MOSTRA DO MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS, 6., 2014, Lajeado. **Anais...** Lajeado: Univates, 2014, p. 20-21.

BARBOSA, Leandro Neutzling et al. Simulador PhET e o ensino do efeito estufa. In: XX ENCONTRO DE QUÍMICA DA REGIÃO SUL: química e biotecnologia: do ambiente à produção de alimentos, 2013, Lajeado. **Anais...** Lajeado: Univates, 2013, p. 23.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BBC BRASIL. **Chuva ácida pode desacelerar efeito estufa, diz estudo**. 2004. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/ciencia/story/2004/08/040803_chuvaebc.shtml>. Acesso em: 10 set. 2014.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução a teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

BONIN, Jiani Adriana. Revisitando os bastidores da pesquisa: Práticas metodológicas na construção de um projeto de investimento. In: _____ et al. **Metodologias de pesquisa em comunicação**: olhares, trilhas e processos. 2.ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.

BRAGA, Ryan. O Excesso de Informação - A Neurose do Século XXI. **Mettodo**. Porto Alegre, 01 de jan. de 2003. Disponível em: <<http://www.mettodo.com.br/pdf/O%20Excesso%20de%20Informacao.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2013.

BRANDÃO, Edemilson Jorge Ramos. **Informática e Educação**: uma difícil aliança. Passo Fundo: UPF, 1995.

BRANDÃO, Edemilson Jorge Ramos; RICHETTI, Suely. Informática na educação: a percepção de professores quanto ao uso do computador nas escolas. In: BRANDÃO, Edemilson Jorge Ramos (Org). **Tecendo Caminhos em Informática na Educação**. Passo Fundo, RS: UPF, 2006.

BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 22 ago. 2014.

BRASIL. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999. Política Nacional de Educação Ambiental. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: 2 set. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Efeito Estufa e Aquecimento Global. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/ciencia-da-mudanca-do-clima/efeito-estufa-e-aquecimento-global>>. Acesso em: 7 jan. 2014.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**: Brasília: Ministério da Educação, 2002.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: terceiro e quarto ciclos, apresentação dos temas transversais. Brasília: MEC/SEF. 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ttransversais.pdf>>. Acesso em: 23 de out de 2013.

CALEFFE, Luiz Gonzaga; MOREIRA, Herivelto. **Metodologia da Pesquisa para o Professor Pesquisador**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Lamparina, 2008.

CAMAQUÃ (município). **Localização**. Disponível em: <<http://www.camaqua.rs.gov.br/municipio/4/localizacao.html>>. Acesso em: 7 jan. 2014.

CAMPOS, Augusto. **O que é software livre**. BR-Linux. Florianópolis, março de 2006. Disponível em: <<http://br-linux.org/linux/faq-softwarelivre>>. Acesso em: 27 nov. 2013.

CARDOSO, Stênio Octavio de Oliveira. **Ensinando o efeito fotoelétrico por meio de simulações computacionais**: elaboração de roteiro de aula de acordo com teoria da aprendizagem significativa. 2011. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica, Belo Horizonte, 17 jun. 2011. Disponível em: <http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_CardosoSO_1.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2013.

CENTRO CLIMA. Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas. **O efeito Estufa**. Disponível em: <http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/new2/ini_efeito_estufa.htm>. Acesso em: 16 set. 2014.

COPELLI, Anna Cecília. et al. **Leituras de Física**. São Paulo: GREF – Instituto de Física da USP, 1998. E-book. Disponível em: <<http://fisica.cdcc.usp.br/GREF/termo02.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2014.

CUNHA, Marcos José Silva et al. Avaliação de aprendizagem significativa usando mapas conceituais num ambiente cooperativo. In: **XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**, 2004, Amazonas. **Anais...** Amazonas: UFAM, 2004. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/312/298>>. Acesso em: 15 out. 2013.

DANTAS, Antônio Augusto Aguiar; CARVALHO, Luiz Gonsaga de; CASTRO NETO; Pedro. O vapor d'água na atmosfera psicrometria. Disponível em: <http://www.deg.ufla.br/site/_adm/upload/file/Agrometeorologia/3%20%20O%20VAPOR%20DAGUA%20NA%20ATMOSFERA%20-%20PSICROMETRIA.pdf>. Acesso em: 15 set. 2014.

DEMO, Pedro. **Conhecimento e aprendizagem na nova mídia**. Brasília, DF: Plano, 2001.

FAZZIO, Adalberto et al. **Física para um Brasil competitivo, um estudo encomendado pela Capes visando maior inclusão da física na vida do País**. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/publicacoes/FisicaCapes.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2014.

FERNANDES, Jorge. O que é um Programa (Software)? 2002. Disponível em: <<http://www.cic.unb.br/~jhcf/MyBooks/iess/Software/oqueehsoftware.html>>. Acesso em: 23 nov. 2013.

FRAGMAQ. **A utilização do gás metano**. Diadema, SP, 2013. Disponível em: <<http://www.fragmaq.com.br/blog/utilizacao-gas-metano/>>. Acesso em: 14 set. 2014.

FREIRE, Fernanda Maria Pereira; PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito. Projeto Pedagógico: Pano de Fundo Para a Escolha de Um Software Educacional. In: VALENTE, José Armando. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999. Disponível em: <<http://200.195.132.242/gied/site/artigos/SociedadeConhecimento.pdf#page=63>>. Acesso em: 2 dez. 2013.

FREIRE, Paulo. **Cartas a Cristina**: reflexões sobre minha vida e minha práxis. 2.ed. São Paulo: UNESP, 2003.

GALIAZZI, Maria do Carmo; MORAES, Roque. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007.

GASPAR, Alberto. Física: **Mecânica**. São Paulo. Ática, 2007.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo, SP: Atlas, 1995.

_____. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2002.

_____. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GRUPO VIRTUOUS. Só Biologia. **O Nitrogênio**. Disponível em: <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Ar/Ar1.php>>. Acesso em: 11 set. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades 2010**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=430350&search=rio-grande-do-sul|camaqua|infograficos:-dados-gerais-do-municipio>>. Acesso em: 7 jan. 2014.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. **O que é o efeito estufa?** Disponível em: <<http://www.ipam.org.br/saiba-mais/abc/mudancaspergunta/O-que-e-o-efeito-estufa-9/1>>. Acesso em: 10 set. 2014.

INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE. **O campus, os campi, o (s) câmpus? Qual a forma correta? O Ministério da Educação esclarece a dúvida.** Disponível em:

<http://www.ifsul.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1102:o-campus-os-campi-o-s-campus-qual-a-forma-correta-o-ministerio-da-educacao-esclarece-a-duvida&catid=9:instituto-federal-sul-rio-grandense>. Acesso em: 29 out. 2014.

INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE. **O Câmpus Camaquã.** Disponível em:

<http://www.camaqua.ifsul.edu.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=38&Itemid=87>. Acesso em: 25 abr. 2013a.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE. **O Instituto.** Disponível em:

<http://www.ifsul.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=43>. Acesso em: 25 abr. 2013b.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE. **Projeto do Curso Técnico em Automação Industrial – forma integrada 2011.** Disponível em:

<http://www.ifsul.edu.br/proen/adm/documento_projeto/CMQ_AUT_I_PPC_Automacao_Industrial_anual.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2013c.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Princípios de Meteorologia e Meio Ambiente**, Centro de previsão de tempo e estudos climáticos, Cachoeira Paulista, SP. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>>. Acesso em: 16 set. 2014.

KER, Américo Sansigolo; XAVIER, Maria Emília Rehder. A análise do efeito estufa em textos paradidáticos e periódicos jornalísticos. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 325-349, dez. 2004. Disponível

em:<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6423>>. Acesso em: 4 dez. 2013.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica:** teoria da ciência e iniciação à pesquisa. 32. ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

LIBANORE, Ana Cristina Leandro da Silva; OBARA, Ana Tiyomi. Concepções alternativas sobre efeito estufa e a formação científica de professores e alunos. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis**, nov. 2009. Disponível em:

<<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1628.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2014.

MACEDO, Josué. Antunes. **Simulações computacionais como ferramenta auxiliar ao ensino de conceitos básicos de eletromagnetismo:** elaboração de um roteiro de atividades para professores do ensino médio. 2009. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 17 abr. 2009. Disponível em:<http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_MacedoJA_1.pdf>. Acesso em: 4 nov. 2013.

MEDEIROS, Alexandre.; MEDEIROS, Cleide Farias de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.24, n.2. 2 jun.2002. Disponível em:<<http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/publica.html>>. Acesso em 2 dez. 2013.

MERCADO, Luis Paulo Leopoldo. **Formação continuada de professores e novas tecnologias**. Maceió: Edufal, 1999.

MOLION, Luiz Carlos Baldicero. **Desmistificando o Aquecimento Global**. Disponível em: <http://www.lgmh.ufpe.br/biomol/AGA/molion_desmist.pdf>. Acesso em 12 set. 2014.

MORAES, Roque. Uma Tempestade de Luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/04.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2014.

MOREIRA, Daniel Augusto. **O Método Fenomenológico na Pesquisa**. 1. ed. São Paulo, SP: Pioneira Thomson Learning, 2004.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora UNB, 1999.

_____. **Aprendizagem Significativa**: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. 1. ed. São Paulo: Vetor, 2008.

_____. **Teorias de Aprendizagem**. 2. Ed. ampliada. São Paulo: EPU, 2011.

OLIVEIRA, Cristiano Lessa de. Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. **Travessias**, Cascavel, v.2, n.3, 2008. Disponível em: <<http://revista.unioeste.br/index.php/travessias/article/download/3122/2459>>. Acesso em: 16 dez. 2013.

ONÇA, Daniela de Souza; FELICIO, Ricardo Augusto. Dióxido de Carbono: gás da vida ou poluente atmosférico? **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 7, n. 8, p. 1231-1243, 2011. Disponível em: <http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/195/194>. Acesso em: 12 set. 2014.

PANZERA, Arjuna C; MOURA, Dácio G. O efeito estufa e o clima na Terra. Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/banco_objetos_crv/Efeito_Estufa_e_o_clima_na_terra.pdf>. Acesso em: 11 set. 2014.

PHET. University of Colorado at Boulder. **Interactive Simulations**. Disponível em: <http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/greenhouse>. Acesso em: 10 abr. 2013.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. **Mudanças do clima 2007**: a base das Ciências Físicas. 2007.

RISKI FILHO, Nelson. **A interação professor-aluno e o mito de “bicho-papão” atribuído à física**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2011. Disponível em: <<http://www.letras.ufrj.br/linguisticaaplicada/site/dissert/nelsonriski.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2013.

RUBINO, Leandro Nascimento; VIANNA, Deise M. **A Física envolvida no fenômeno do efeito estufa** – uma abordagem CTS para o Ensino Médio (material do aluno). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Física, 2010. Disponível em:

<http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2010_Leandro_Rubino/material_do_aluno.pdf>. Acesso em: 10 out. 2014.

SAMPAIO, Fábio Ferrentini. A modelagem dinâmica computacional no processo de ensino e aprendizagem: algumas questões para reflexão. **Revista Ciência em Tela**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p.1-11, 2009. Disponível em: <<http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0109sampaio.pdf>>. Acesso em: 4 dez. 2013.

SANTOS, Alcir dos et al. **Efeito Estufa**. Disponível em <<http://www.wp.fc.unesp.br/~lavarda/procie/dez14/luciana/>>. Acesso em: 10 set. 2014.

SANTOS, Marco Aurélio dos. **Inventário de emissões de gases de efeito estufa derivadas de hidrelétricas**. 2000. 147 f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, mar. 2000. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/masantos.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2014.

SANTOS, Renata H. M; MASSABNI, Vânia G. Concepções de estudantes de 7 a 9 anos sobre efeito estufa e escassez de água e sua percepção sobre o futuro do mundo. **Ensino, Saúde e Ambiente**, Niterói, v.5, n. 3, p. 1-17, dez. 2012. Disponível em: <<http://ensinosaudeambiente.uff.br/index.php/ensinosaudeambiente/article/view/11/11>>. Acesso em: 13 set. 2014.

SEVERIANO, Luana Aparecida Neves. Serviço de Informação à Comunidade: a Biblioteca Pública como instrumento de cidadania e ação social. **CRB-8 Digital**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 63-68, dez. 2012. Disponível em: <http://www.revista.crb8.org.br/index.php/crb8digital/article/viewFile/95/95>. Acesso em: 11 nov. 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE METEOROLOGIA. **Balanco de radiação**. Disponível em: <<http://www.sbmec.org.br/ecomac/pages/trabalhos/balanco%20de%20radiacao.txt>>. Acesso em: 17 set. 2014.

SOUZA, Nilton José. **Influência das queimadas da Amazônia sobre o efeito estufa**. Disponível em: <http://www.floresta.ufpr.br/alias/lpf/public_html/efeitoestufa.html>. Acesso em: 15 set. 2014.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa em um ambiente multimídia. In: V ENCUESTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO, 2006. Madrid, Espanha. **Anais...** Disponível em: <<http://rived.mec.gov.br/artigos/2006-VEIAS.pdf>>. Acesso em 15 out. 2013.

TOLENTINO, Marlo; ROCHA-FILHO, Romeu C. A química no efeito estufa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 8, 1998. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc08/quimsoc.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2014.

TOMÁS, Denis Dorighello; LOMBARDO, Magda Adelaide. Concentração de vapor d'água na atmosfera de áreas urbanas, São Paulo/Brasil. **Revista Mercado**, Fortaleza, v. 11, n. 25, p. 153-167, 2012.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. **Sensoriamento Remoto e Radiação Atmosférica**. Disponível em: <<http://www.iag.usp.br/siae98/meteorologia/radiacao.htm>>. Acesso em: 16 set. 2014.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO. Química e Tecnologia da Educação. **Chuva ácida**. Campos dos Goytacazes, RJ. Disponível em: <http://www.uenf.br/uenf/centros/cct/qambiental/ar_chuvacida.html>. Acesso em: 16 set. 2014.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Laboratório Virtual de Química. **Oxigênio**. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/lvq/LVQ_tabela/008_oxigenio.html>. Acesso em: 15 set. 2014.

VALENTE, José Armando. Análise dos diferentes tipos de software usados na educação. In: _____. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999a.p. 89-99. Disponível em: <<http://200.195.132.242/gied/site/artigos/SociedadeConhecimento.pdf#page=63>>. Acesso em: 2 dez. 2013.

VALENTE, José Armando. Criando ambientes de aprendizagem via rede telemática: experiências na formação de professores para o uso da informática na educação. In: _____. **Formação de Educadores para o uso da informática na escola**. Campinas: UNICAMP/NIED, 2003,p. 1-19.

VALENTE, José Armando. Informática na educação: uma questão técnica ou pedagógica? **Pátio**, Porto Alegre, ano 3, n. 9, p. 21-23, mai./jul. 1999b.

VEIT, E.A; TEODORO, V. D. Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.24, n. 2. Jun. 2002.

VICCARI, Rosa Maria; Giraffa; Lucia Maria Martins. **Sistemas tutores inteligentes: abordagem tradicional X abordagem de agentes**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1996. Disponível em: <<http://dc235.4shared.com/doc/CmjA3p9l/preview.html> >. Acesso em: 2 jan. 2014.

WWF. **As Mudanças Climáticas**. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/>. Acesso em: 10 set. 2014a.

WWF. **Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas** . Disponível em:<http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/painel_intergovernamental_de_mudancas_climaticas/>. Acesso em: 10 fev. 2014b.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZUBEN, Fernando J. Von. **O mundo natural e o mundo artificial**, DCA/FEEC/Unicamp. Disponível em:<ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/vonzuben/ia707_1s11/notas_de_aula/topico1_IA707_1s11.pdf>. Acesso em: 17 set. 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Plano de Ensino



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE
Campus Camaquã

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE CÂMPUS CAMAQUÃ

PLANO DE ENSINO

		1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO
TURMA: TAI 2V1		NOME DO CURSO: Téc.em Automação Industrial
REGIME: anual		TURNO: tarde
		PROFESSOR: Leandro Neutzling Barbosa
		DISCIPLINA: FÍSICA II
	Período Letivo: 2013	Vigência: fevereiro/2013 a dezembro/2013
	Carga Horária Total: 120 horas aula	Carga Horária Semanal: 3 horas aula
		Ementa: Desenvolvimento de conceitos de temperatura e calor. Fenômenos relacionados ao cotidiano do estudante, tais como dilatação dos corpos, propagação de calor entre regiões de diferentes temperaturas, estudo de sistemas gasosos, máquinas térmicas. Fundamentos de Ondulatória, Óptica e Hidrostática.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Espera-se que, ao final do curso, o Estudante seja capaz de compreender e atuar no mundo em que vivemos, através de investigações reflexões, contextualizações e ações de modo a estar preparado para prosseguir em suas atividades em nível científico, tecnológico ou superior.

2.2 Objetivos específicos

Empregar as leis, os princípios e os métodos da Física nos domínios cognitivos da aplicação, da análise, da investigação, da interpretação e da síntese, usando técnicas apropriadas.

3.CONTEÚDOS

UNIDADE I – TERMOLOGIA

- 1.1 Lei Zero da Termodinâmica e Equilíbrio Térmico
- 1.2 Escalas Termométricas
- 1.3 Dilatação de Sólidos e Líquidos
- 1.4 Calor, Calor Sensível e Calor Latente
- 1.5 Capacidade Térmica e Calor Específico
- 1.6 Trocas de Calor
- 1.7 Propagação de Calor
- 1.8 Transformações: Isotérmica, Isométrica e Isobárica.
- 1.9 Equação de Clapeyron

UNIDADE II – TERMODINÂMICA

- 2.1 Primeira Lei da Termodinâmica
- 2.2 Trabalho e Diagrama PV
- 2.3 Transformações, Adiabática e Cíclica
- 2.4 Segunda Lei da Termodinâmica
- 2.5 Máquinas Térmicas

UNIDADE III – ONDULATÓRIA

- 3.1 Classificação das Ondas
- 3.2 Comprimento de onda, período, frequência, fase e velocidade.
- 3.1 Reflexão, Refração e Difração.

- 3.2 Interferência, Batimento e Ressonância.
- 3.3 Ondas Sonoras
- 3.4 Som, Infra-som e Ultra-som
- 3.5 Propagação e velocidade do som
- 3.6 Efeito Doppler
- 3.7 Qualidades Fisiológicas do Som

UNIDADE IV - ÓPTICA

- 4.1 A Luz
- 4.2 Reflexão
- 4.3 Espelhos planos e esféricos
- 4.4 Refração
- 4.7 Lentes

UNIDADE V – HIDROSTÁTICA

- 5.1 Massa específica e densidade
- 5.2 Pressão nos sólidos e nos líquidos
- 5.3 Teorema de Stevin
- 5.4 Princípio de Pascal
- 5.5 Experiência de Torricelli e pressão atmosférica
- 5.6 Teorema de Arquimedes e o empuxo.

4. METODOLOGIA

As aulas serão expositivas dialogadas e experimentais, com uso de mídias, buscando sempre a inter-relação entre teoria e prática, dando oportunidades para a discussão de temas da física pertinentes à prática do curso. Serão utilizados recursos tecnológicos como simuladores computacionais e redes sociais.

5. AVALIAÇÃO

5.1 Critérios de Avaliação

- postura do estudante em sala (participação, comprometimento);
- assiduidade, habilidade em trabalhar em grupo;
- capacidade de observação, análise, interpretação e síntese de conceitos fundamentais.

5.2 Instrumentos de Avaliação

Para diagnosticar o alcance dos objetivos estabelecidos serão aplicados os seguintes instrumentos de avaliação: provas específicas de avaliação e controle (objetivas, abertas ou

práticas); atividades práticas no laboratório, seminários, trabalhos, relatórios, projetos e atividades dirigidas. Serão utilizadas, também, anotações e registros diários.

Após o término do processo de avaliação, se o estudante não atingir os objetivos previstos, será realizada uma reavaliação com peso dez.

6. RELAÇÕES DAS DISCIPLINAS COM AS DEMAIS ÁREAS

A palavra Física deriva do grego e significa natureza. Compreender os fatos e fenômenos relacionados à natureza, bem como a elaboração de modelos que auxiliem na compreensão destes constitui o campo de atuação deste componente curricular. Nesse sentido, a relação da física com as demais áreas é notória, uma vez que esta visa potencializar habilidades de observação, análise e investigação que são fundamentais no ensino e aprendizagem das demais disciplinas curriculares.

7. OBSERVAÇÕES

Se necessário descrever as observações.

8. Referências Bibliográficas Básicas

ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antônio. **Curso de Física**. São Paulo: Editora Scipione, 2007. vol. 2. 6ª ed.

SILVA, Claudio Xavier; BARRETO, Benigno. **Física aula por aula**. São Paulo: FTD, 2008. Vol. 2. 1ª ed.

VILLAS BOAS, Newton. **Tópicos de Física**. São Paulo: Saraiva, 2007. Vol. 2. Mecânica.

GASPAR, Alberto. Física: **Mecânica**. São Paulo. Ática, 2007. Vol. 2.

9. Referências Bibliográficas Complementares

SOARES, Paulo Toledo; RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto. **Os Fundamentos da Física**. São Paulo: Editora Moderna, 2007. Vol.2.

Observações da Direção de Ensino e/ ou Supervisão:

Assinatura Professor (a)

Data:----/-----

Observações da Direção de Ensino e/ ou Supervisão:

Assinatura Supervisor Escolar

Data:----/-----

APÊNDICE B - Pré-Teste

Estudante:.....

Questão 1: O que você entende por Efeito estufa?

Questão 2: Você considera o Efeito Estufa um fenômeno natural ou um fenômeno provocado pelo homem?

Questão 3: Você considera os Gases do Efeito Estufa maléficos ou benéficos? Explique.

Questão 4: Marque C para os gases atmosféricos Terrestres que julgar que contribuam para o Efeito Estufa e marque NC para os gases atmosféricos Terrestres que julgar que não contribuam para o Efeito Estufa.

() N_2 (gás nitrogênio)

() H_2O (vapor d'água)

() CO_2 (gás carbônico)

() O_2 (gás oxigênio)

() CH_4 (gás metano)

Questão 5: Coloque em ordem crescente (quanto a sua contribuição para o Efeito Estufa) SOMENTE os gases presentes na atmosfera que julgaste contribuir para o Efeito Estufa.

Questão 6: As nuvens interferem no efeito estufa? Explique.

Questão 7: Existe relação do Efeito Estufa com o aquecimento Global? Qual?

Questão 8: É possível fazer uma analogia (comparação) entre o efeito que ocorre em um automóvel fechado estacionado ao Sol e o Efeito Estufa? Explique.

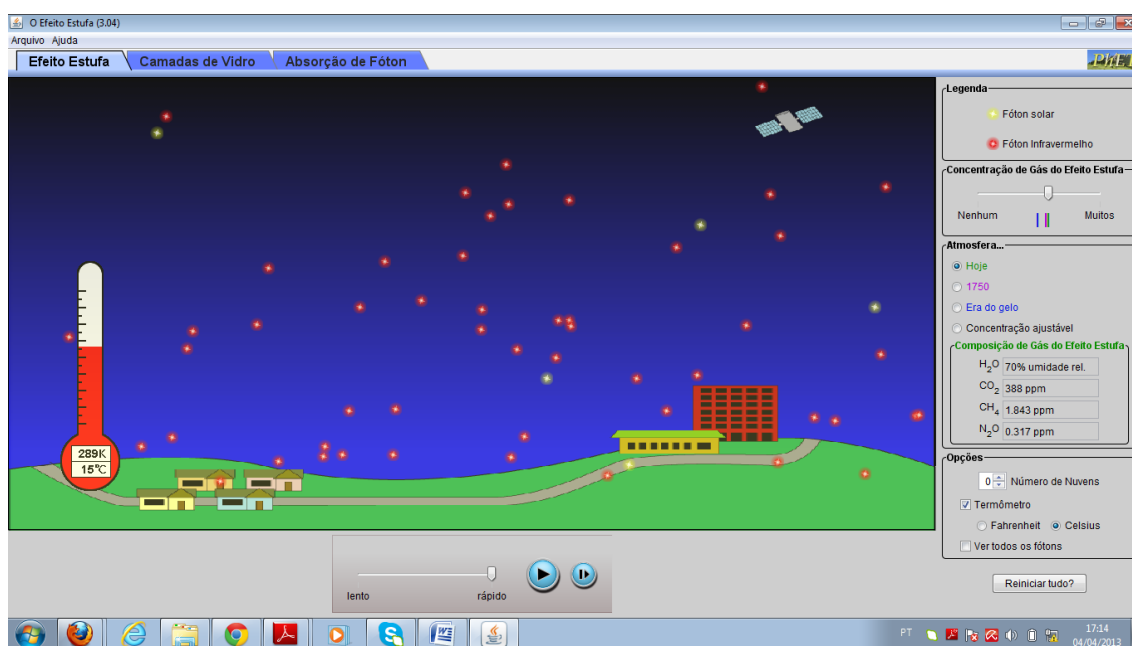
APÊNDICE C- Roteiro de atividades e Pós-teste

1ª Demonstração de utilização do software:

Roteiro de atividades

Selecione a aba Efeito Estufa, após selecione atmosfera Hoje e utilize a escala Celsius conforme figura 1.

Figura 1. Atmosfera Hoje



Observe e descreva o que ocorre

.....

.....

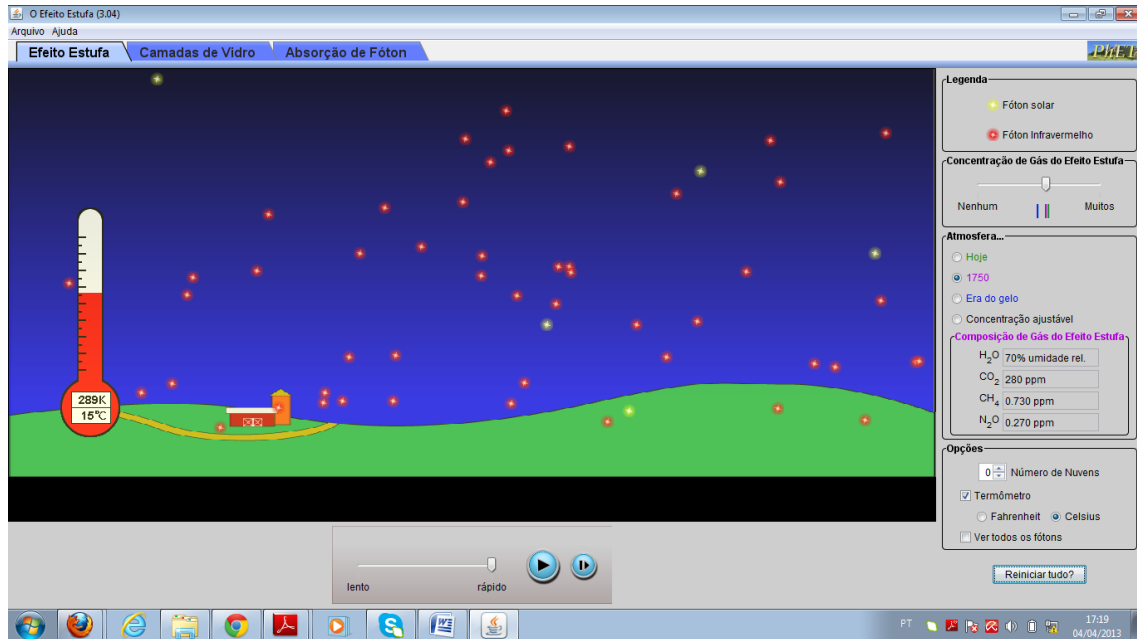
.....

.....

2ª Demonstração de utilização do software:

Selecione a aba Efeito Estufa, em seguida, selecione atmosfera 1750 e utilize a escala Celsius conforme figura 2.

Figura 2. Atmosfera em 1970



Observe e descreva o que ocorre.

.....

.....

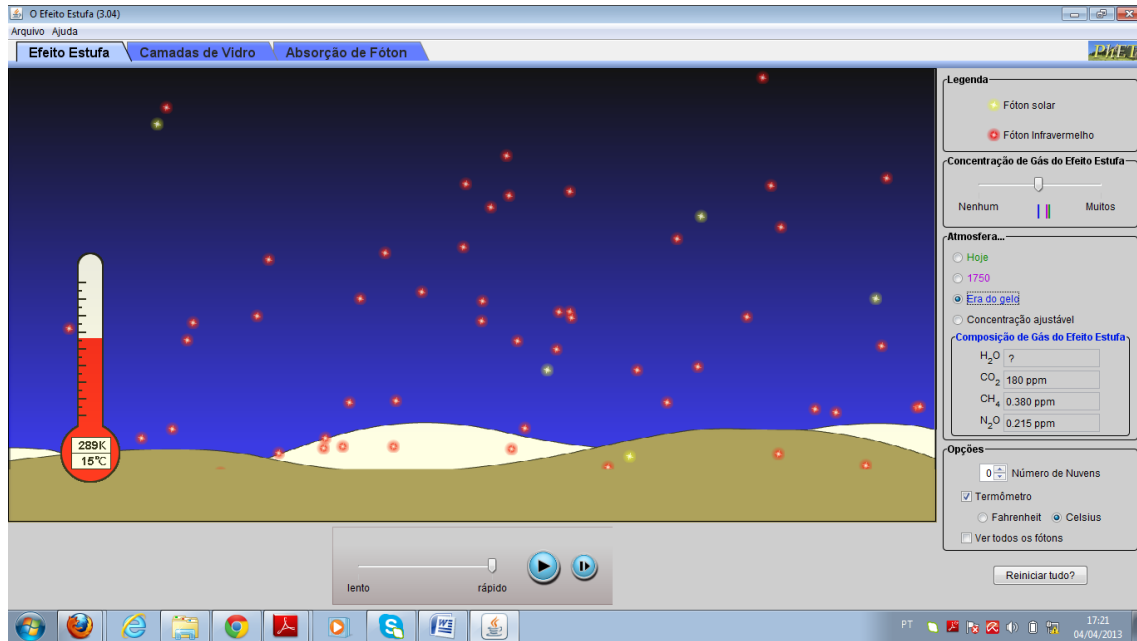
.....

.....

3ª Demonstração de utilização do software:

Selecione a aba Efeito Estufa, após selecione atmosfera Era do Gelo e utilize a escala Celsius conforme figura 3.

Figura 3. Atmosfera Era do Gelo



Observe e descreva o que ocorre.

.....

.....

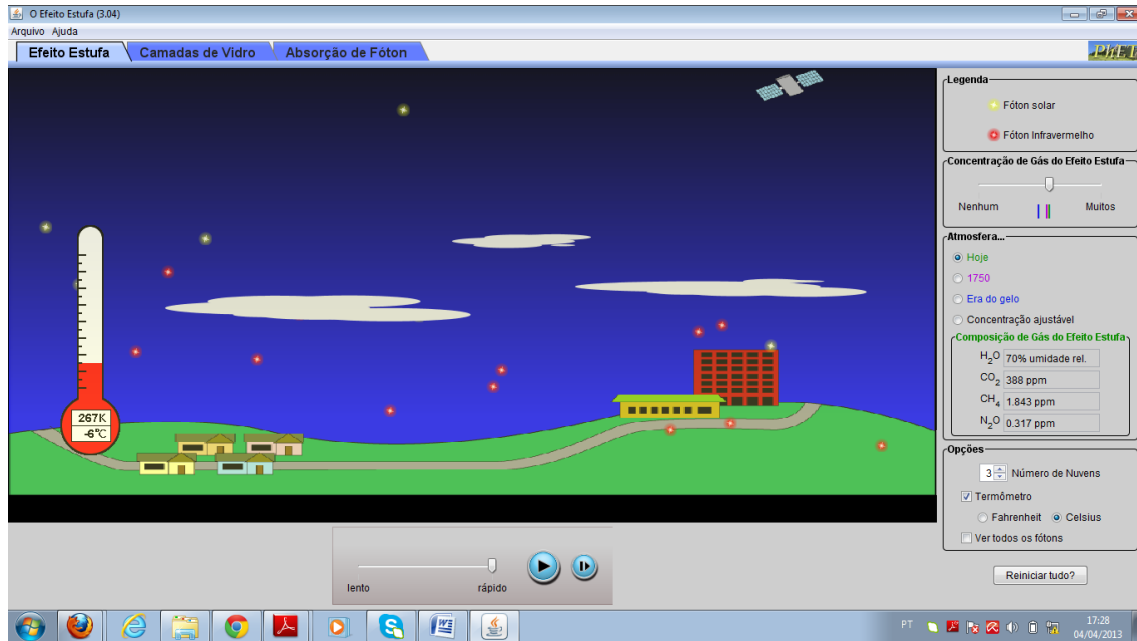
.....

.....

4ª Demonstração de utilização do software

Selecione a aba Efeito Estufa, selecione atmosfera Hoje, selecione 3 no número de nuvens e utilize a escala Celsius conforme figura 4.

Figura 4. Atmosfera Com Nuvens



Observe e descreva o que ocorre.

.....

.....

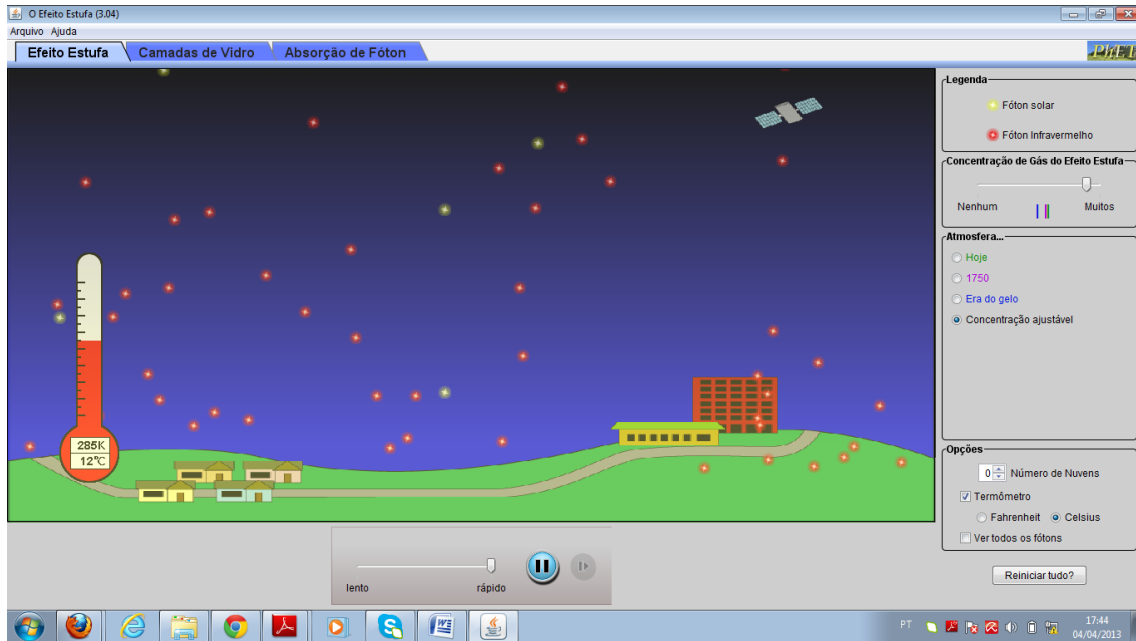
.....

.....

5ª Demonstração de utilização do software:

Selecione a aba Efeito Estufa, selecione atmosfera Concentração Ajustável e utilize a escala Celsius conforme figura 5.

Figura 5. Atmosfera Com Concentração Ajustável



Deslize o controle Concentração de Gás do Efeito Estufa entre Nenhum e Muitos.

Observe e descreva o que ocorre.

.....

.....

.....

.....

Pós-teste: questões de número um, dois e três.

Questão 1: A partir das observações realizadas, você considera os Gases do Efeito Estufa maléficos ou benéficos? Explique.

.....

.....

.....

.....

Questão 2: As nuvens interferem no efeito estufa? Explique.

.....

.....

.....

.....

Questão 3: Depois de aquecida, qual tipo de radiação a terra emite para o espaço?

.....

.....

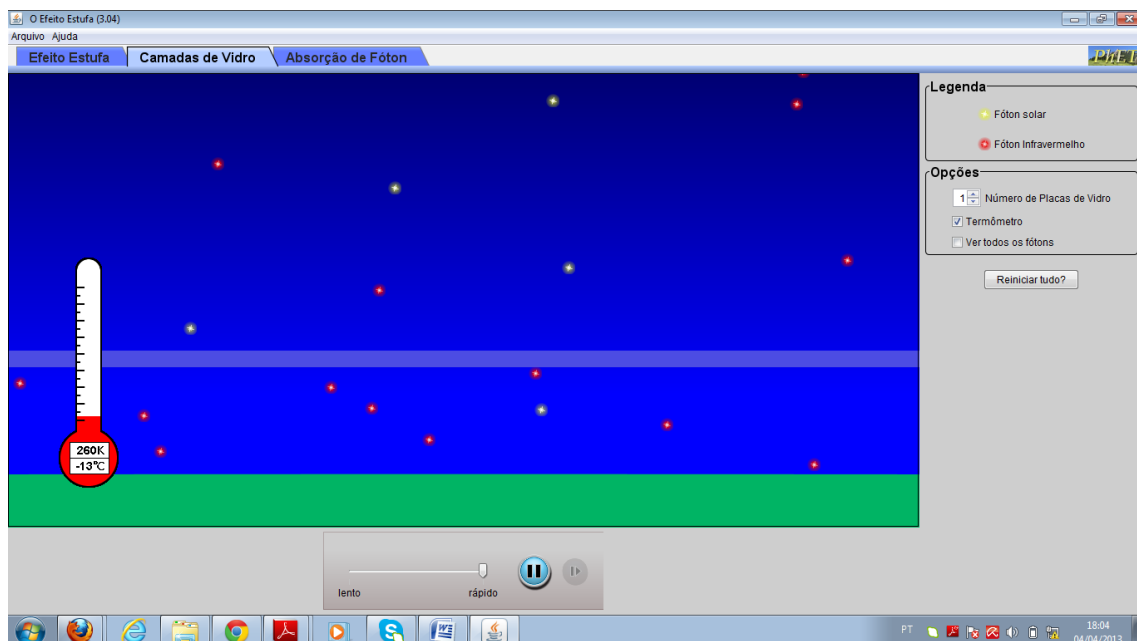
.....

.....

6ª Demonstração de utilização do software:

Selecione a aba Camada de Vidro e selecione na sequência 1, 2 e 3 no Número de Placas de Vidro conforme figura 6.

Figura 6. Atmosfera Com Camada de Vidro



Observe e descreva o que ocorre.

.....

.....

.....

.....

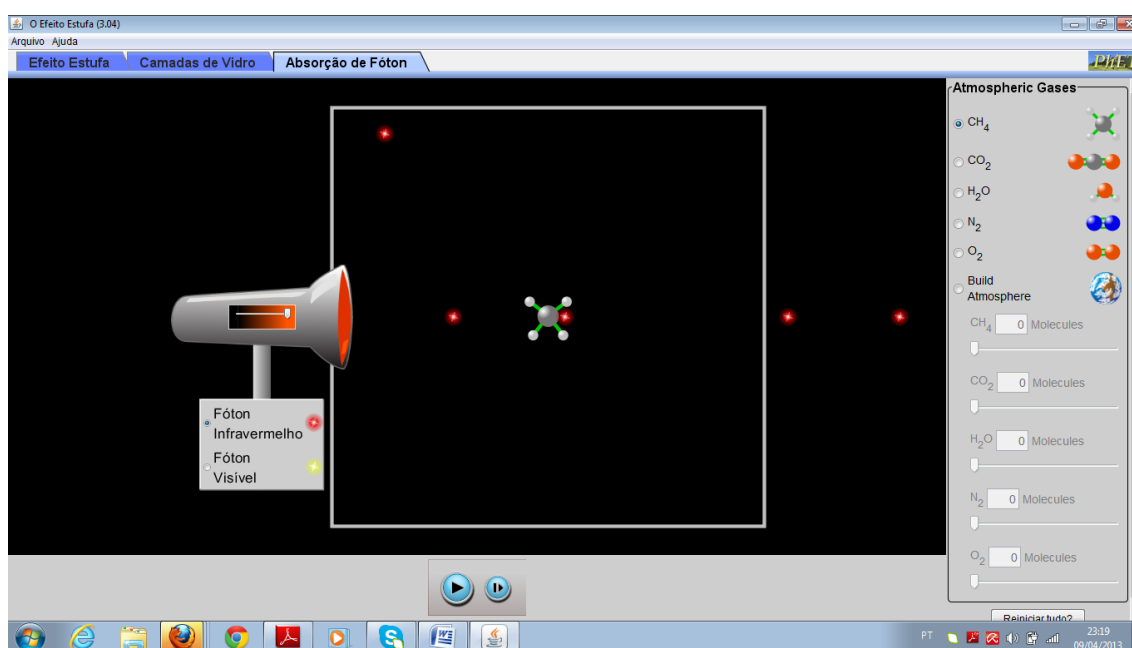
Pós-teste: Questão de número quatro.

Questão 4: Qual a relação entre o efeito apresentado na simulação com camadas de vidro e o interior de um automóvel?

7ª Demonstração de utilização do software:

Selecione a aba Absorção de Fóton, selecione Fóton Infravermelho e em Atmospheric Gases marque CH_4 conforme figura 7.

Figura 7. Absorção de fóton Infravermelho por CH_4



Varie a intensidade de fótons emitidos pela fonte, através do botão deslizante da fonte.

Observe e descreva o que ocorre.

.....

.....

.....

.....

Repita a 7ª demonstração utilizando Fóton de Luz.

Observe e descreva o que ocorre.

.....

.....

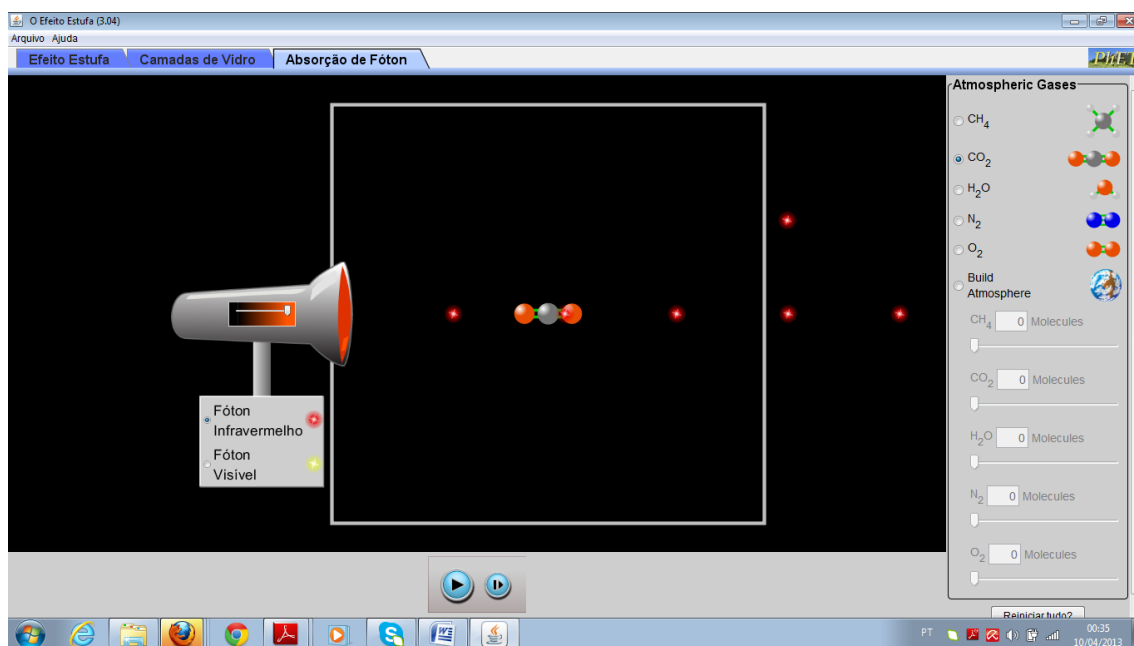
.....

.....

8ª Demonstração de utilização do software:

Marque a aba Absorção de Fóton, selecione Fóton de Infravermelho e em Atmospheric Gases marque CO₂ conforme figura 8.

Figura 8. Absorção de fóton Infravermelho por CO₂.



Varie a intensidade de fótons emitidos pela fonte, através do botão deslizante.

Observe e descreva o que ocorre.

.....

.....

.....

.....

Repita a 8ª demonstração utilizando Fóton de Luz

Observe e descreva o que ocorre.

.....

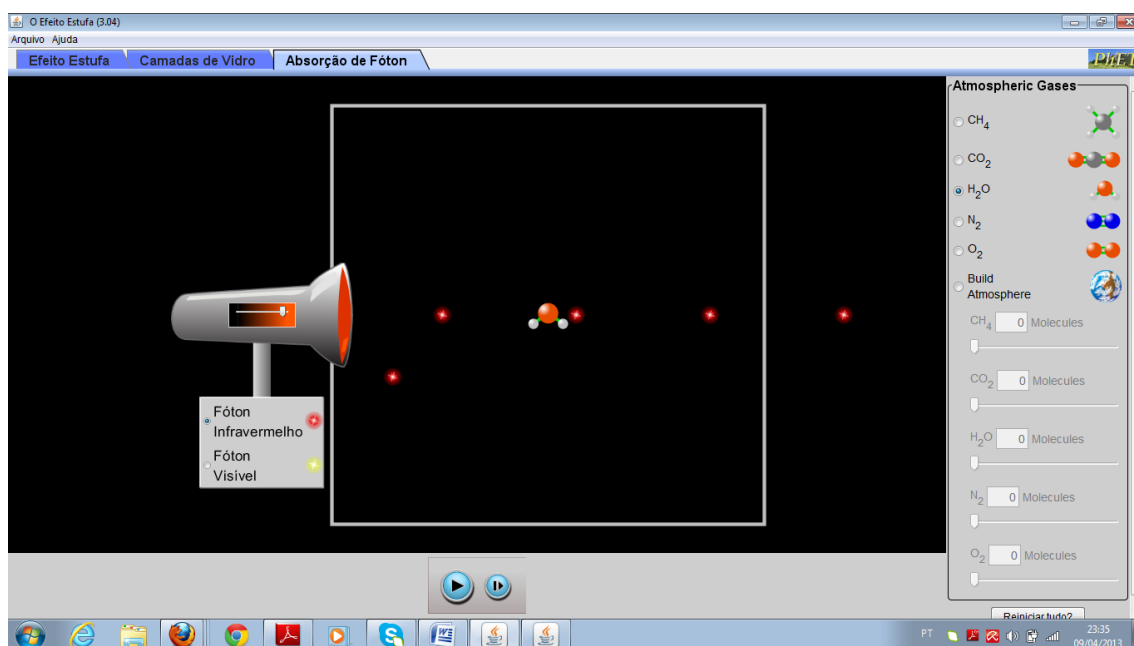
.....

.....

9ª Demonstração de utilização do software:

Marque a aba Absorção de Fóton, selecione Fóton Infravermelho e em *Atmospheric Gases* marque H₂O.

Figura 9. Absorção de fóton Infravermelho por H₂O.



Varie a intensidade de fótons emitidos pela fonte, através do botão deslizante.

Observe e descreva o que ocorre.

.....

.....

.....

.....

Repita a 9ª demonstração utilizando Fóton de Luz

Observe e descreva o que ocorre.

.....

.....

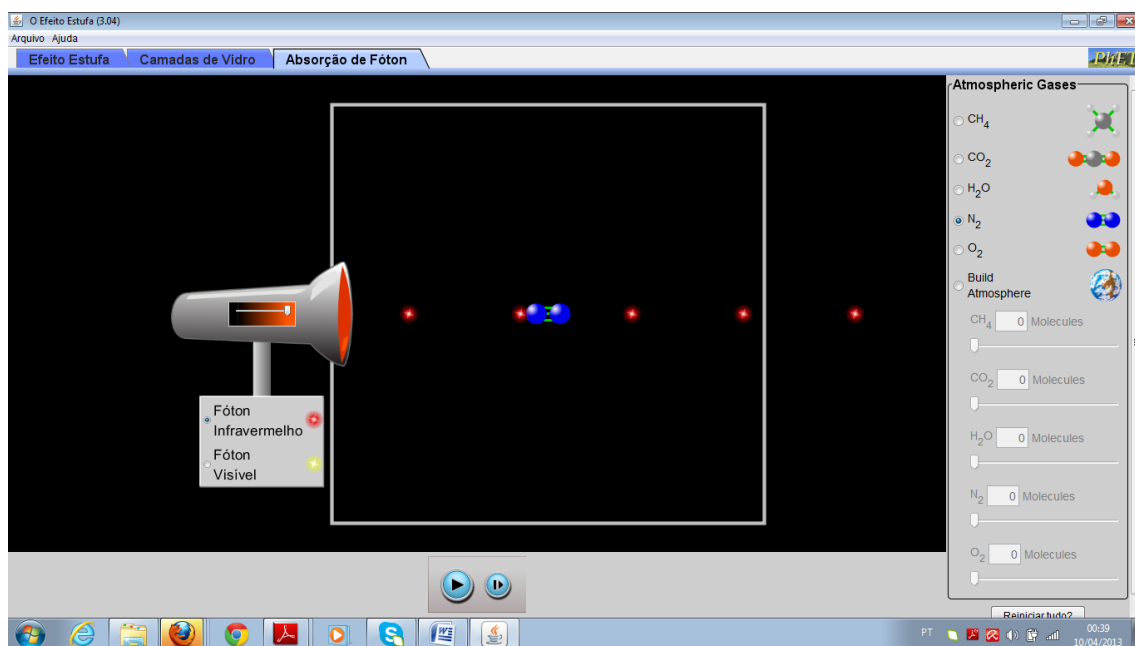
.....

.....

10ª Demonstração de utilização do software:

Marque a aba Absorção de Fóton, selecione Fóton Infravermelho e em *Atmospheric Gases* marque N₂.

Figura 10. Absorção de fóton Infravermelho por N₂.



Varie a intensidade de fótons emitidos pela fonte, através do botão deslizante.

Observe e descreva o que ocorre.

.....

.....

.....

.....

Repita a 10ª demonstração utilizando Fóton de Luz

Observe e descreva o que ocorre.

.....

.....

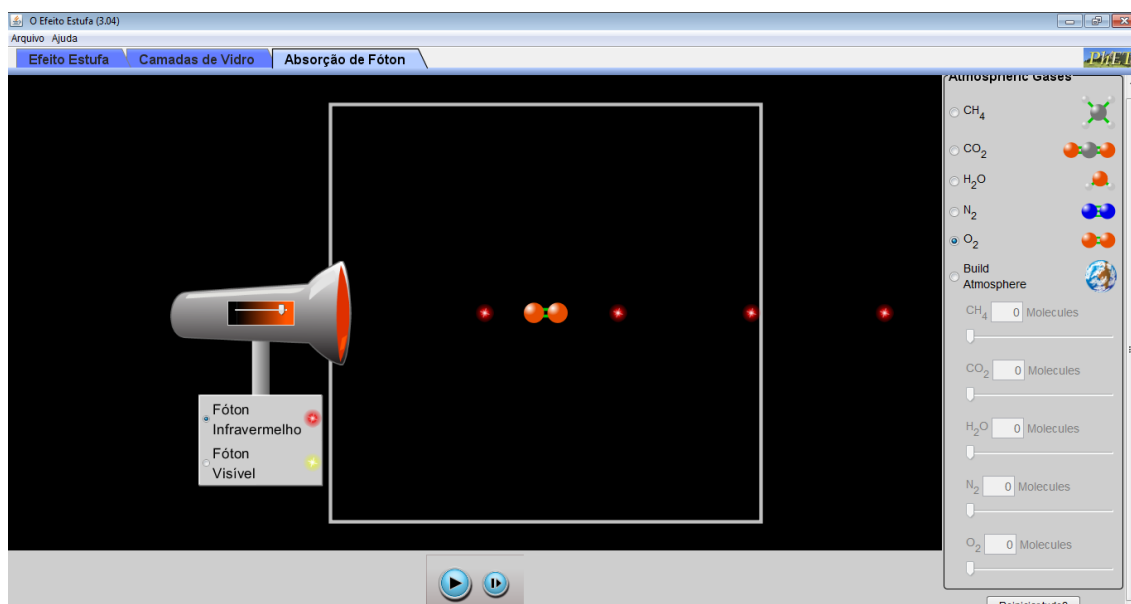
.....

.....

11ª Demonstração de utilização do software:

Marque a aba Absorção de Fóton, selecione Fóton Infravermelho e em *Atmospheric Gases* marque O_2 conforme figura 11.

Figura 11. Absorção de fóton Infravermelho por O_2 .



Varie a intensidade de fótons emitidos pela fonte, através do botão deslizante.

Observe e descreva o que ocorre.

.....

.....

.....

.....

Repita a 11ª demonstração utilizando Fóton de Luz

Observe e descreva o que ocorre.

.....

.....

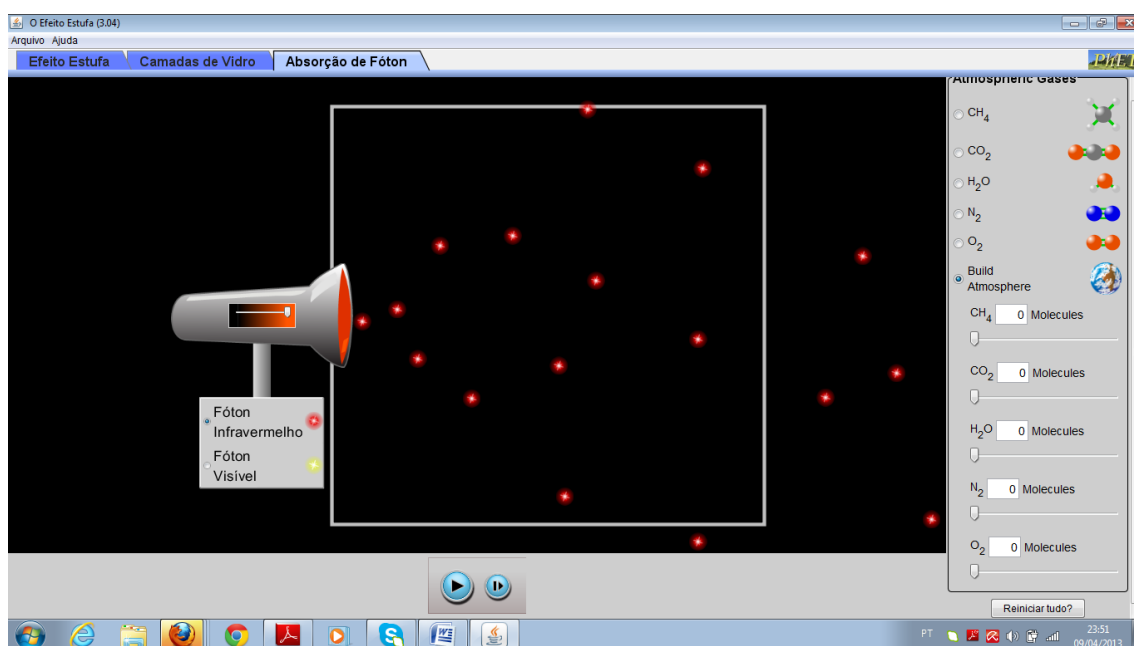
.....

12ª Demonstração de utilização do software:

Marque a aba Absorção de Fóton, selecione Fóton Infravermelho e em Atmospheric Gases selecione Build Atmosphere (construção de atmosfera) conforme figura 12.

Clique no botão iniciar.

Figura 12. Build Atmosphere



Varie a intensidade de fótons emitidos pela fonte, através do botão deslizante.

Selecione 15 moléculas de O_2 , observe, selecione mais 15 moléculas de N_2 , observe, selecione mais 15 moléculas de H_2O , observe, selecione mais 15 moléculas de CO_2 e selecione mais 15 moléculas de CH_4 .

Descreva o que ocorre.

.....

.....

.....

.....

Repita a 12^a demonstração utilizando Fóton de Luz.

Descreva o que ocorre.

.....

.....

.....

.....

Pós-teste: questões de número cinco e seis

Questão 5: Quais gases atmosféricos contribuem para o efeito estufa? Explique.

.....

.....

.....

.....

Questão 6: Dos gases que contribuem para o Efeito Estufa, o CO₂ é o que tem o menor potencial para aquecer a atmosfera. Então porque esse gás é o que representa maior risco para o aquecimento global? Justifique.

.....

.....

.....

.....

APÊNDICE D- Termo de consentimento livre e esclarecido

Centro Universitário UNIVATES
Pró-reitora de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação

Pesquisa: Uso de Aplicativos Computacionais no Ensino de Física

Coordenadora: Eniz Oliveira Conceição

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____ abaixo assinado aceito participar da pesquisa intitulada ***Recursos Tecnológicos e o Ensino de Física, orientada pela*** Professora Dra. **Eniz Conceição Oliveira**, vinculada ao Centro Universitário UNIVATES, Lajeado/RS.

Estou ciente de que esta pesquisa busca avaliar a utilização de recursos tecnológicos aplicados ao ensino de física e investigar o uso de simuladores computacionais no processo de ensino aprendizagem, em cursos técnicos.

Tenho garantia de acesso aos resultados e de esclarecer minhas dúvidas em qualquer tempo. Questionamentos, dúvidas e esclarecimentos poderão ser obtidos junto a coordenadora da pesquisa, Professora Dra. **Eniz Conceição Oliveira**, pelo telefone (51)37147000, ramal 5516.

A minha participação nesta pesquisa é voluntária. Minhas opiniões serão respeitadas. Não haverá qualquer tipo de indenização.

As informações prestadas serão utilizadas somente para esse estudo e terão a garantia da não identificação pessoal, coletiva ou institucional em qualquer modalidade de divulgação dos resultados.

Os resultados da pesquisa constituirão subsídios para produções científicas a serem encaminhadas para publicações e apresentadas em eventos científicos, sem qualquer identificação dos participantes.

Ficaram claros para mim, os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes.

Camaquã/RS, de de

Assinatura do participante da pesquisa
RG: _____

Assinatura do coordenador da pesquisa
RG: _____

Assinatura do entrevistador
RG: _____

ANEXOS

ANEXO A- Carta de anuência



INSTITUTO FEDERAL
SUL-RIO-GRANDENSE
Campus Camaquã

Ofício/GAB Nº 098/2013
Camaquã, 04 de novembro de 2013.

De: Ana Maria Geller
Diretora-geral do Campus Camaquã

Para: Profa. Dra. Eniz Conceição Oliveira
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas –
UNIVATES

Assunto: Projeto de Pesquisa (informa)

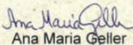
Prezada Senhora,

Declaro que tenho conhecimento e autorizo a execução do projeto de pesquisa intitulado "Uso de Aplicativos Computacionais no Ensino de Física", proposto por Leandro Neutzling Barbosa sob a orientação da Profa. Dra. Eniz Conceição Oliveira, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas – PPGECE do Centro Universitário UNIVATES.

A referida pesquisa será realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense – Campus Camaquã sendo que passará pela aprovação do comitê de ética em pesquisa da UNIVATES.

Permanecendo à disposição.

Atenciosamente,


Ana Maria Geller
Diretora-geral

Direção Geral
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense Campus Camaquã
Endereço: R. Ana Gonçalves da Silva, 901 – Bairro Olaria
Fone: (51) 3671-2017 – CNPJ: 10.729.992/0006-50