

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Biologia

Instituto de Física

Instituto de Química

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências

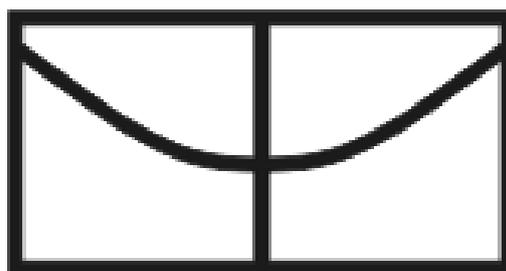
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

**UTILIZAÇÃO DE UM OBJETO DE APRENDIZAGEM SOBRE
AQUECIMENTO GLOBAL COMO RECURSO DIDÁTICO EM UMA
ESCOLA DE ENSINO MÉDIO NA DISCIPLINA DE FÍSICA**

FLÁVIO AMBRÓSIO CAMPOS

Brasília - DF

2010



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Biologia

Instituto de Física

Instituto de Química

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

**UTILIZAÇÃO DE UM OBJETO DE APRENDIZAGEM SOBRE
AQUECIMENTO GLOBAL COMO RECURSO DIDÁTICO EM UMA
ESCOLA DE ENSINO MÉDIO NA DISCIPLINA DE FÍSICA**

FLÁVIO AMBRÓSIO CAMPOS

Dissertação realizada sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Maria de Fátima Da Silva Verdeaux e apresentado à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de concentração: Ensino de Física, pelo Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências.

**Brasília - DF
2010**

Dedico este trabalho à memória de meu pai, João Ambrósio

Agradecimentos

Agradeço à minha orientadora, Maria de Fátima, pelos momentos de infinita paciência e também pela sábia impaciência; à minha mãe, Dona Corina, que me manteve vivo; à Luciana, pela crítica implacável; aos meus irmãos, pelo apoio incondicional; aos amigos, que sempre perdoam minhas dívidas; aos estudantes, que colaboraram com o trabalho; aos demais professores do projeto; à maternal secretaria do PPGEC, Carolina; aos professores e funcionários do Instituto de Física.

Agradeço ainda ao projeto REUNI/CAPES, pelo apoio financeiro e ao Projeto RIVED, pelos anos de acolhimento e pela rica convivência com todos que passaram pelo projeto.

... E acima de tudo, a Deus.

Sumário

Resumo.....	7
Abstract.....	8
Introdução	9
1- Delimitação do objeto de estudo	10
2- Revisão da Literatura	15
2.1- Informática na Educação.....	15
2.2- Educação ambiental com ênfase em aquecimento global	21
3- Referencial teórico	24
4- Hipótese:.....	31
5- Um exemplo de problema a ser resolvido	32
5- Um exemplo de problema a ser resolvido	32
6- Produtos educacionais.....	39
6.1 – Objeto de aprendizagem	39
6.2 - Guia do professor.....	55
7- Aplicação e análise do objeto de aprendizagem na sala de informática da escola	63
8- Conclusões e perspectivas	72
Bibliografia:.....	74
Apêndice A	79
Apêndice B.....	87

Resumo

Esse trabalho mostra como um objeto de aprendizagem utilizado com estudantes de ensino médio pode influenciar no processo de resolução de um problema. Os recursos da informática, na forma de objetos de aprendizagem, funcionam como um facilitador, na identificação do problema, na compreensão das regras em vigor e na explicitação dos objetivos a serem atingidos. A interatividade característica dos objetos de aprendizagem possibilita operações nos estados intermediários do problema, até se chegar ao objetivo final. Para o estudante representam uma ajuda na compreensão, organização e realização de tarefas, e para o professor significam um recurso didático considerável. O problema que se apresenta a ser resolvido pelo estudante é minimizar os efeitos do aquecimento global, simulando a evolução da temperatura média global em função do tempo, das variações das concentrações dos gases de efeito estufa e das variações na área de cobertura vegetal da Terra; com objetivo de verificar um mecanismo que funcione como atenuador do aumento da temperatura média global, o reflorestamento. Verificou-se que a contribuição foi positiva para a aprendizagem de estudantes, auxiliando-os na compreensão do problema, na apropriação dos objetivos pelos estudantes e na concepção de operações que estrategicamente levam à meta final.

Abstract

This work shows how a learning object for use with high school students can influence the process of solving a problem. Computer resources in the form of learning objects, act as a facilitator in problem identification, understanding of existing rules, and to clearly define the goals. The interactivity characteristic of learning objects enables operations in intermediate states of the problem. For students, they represent help in understanding, organizing and performing tasks, with a significant teaching resource. The problem to be solved by the student is to minimize the effects of global warming, simulating the evolution of global average temperature versus time, the variations in concentrations of greenhouse gases and changes in the area of vegetation on Earth, aimed at testing a mechanism that acts as attenuator of increased global average temperature, reforestation. It was found that the contribution was positive for learning, facilitating the understanding of the problem, ownership of objectives and design of operations to strategically reach the final goal.

Introdução

A informática na educação é tema de discussão entre professores e pesquisadores no Brasil e no mundo. Alguns pesquisadores são favoráveis à utilização da informática e consideram que esse recurso auxilia no processo de aprendizagem; outros autores questionam sua validade argumentando, por exemplo, que os custos não justificam os resultados.

Os “Softwares” de ensino estão sendo testados nas escolas e dentre eles os objetos de aprendizagem (OAs) que constituem o foco desse trabalho.

Na parte inicial do trabalho relacionou-se uma concepção sobre *resolução de problemas* e a *informática*, na busca de verificar situações onde a interação de sujeitos com os recursos didáticos da informática favorecem a aprendizagem. Em seguida introduziu-se o problema a ser solucionado pelo estudante – Reflorestamento e aquecimento global – com a finalidade de exercitar um mecanismo que funcione como atenuador dos efeitos do aquecimento global. Para isto apresentou-se um OA no qual diferentes cenários foram construídos em função de escolhas feitas pelos estudantes.

Foi apresentada a proposta de atividade pedagógica, na forma de objeto de aprendizagem, em uma escola de ensino médio, na disciplina de física. A partir das respostas a um questionário aplicado, procedeu-se a análise dos resultados, o que possibilitou um posicionamento diante da discussão sobre a utilização dos OAs como recurso didático.

1- Delimitação do objeto de estudo

A informática na educação representada aqui através dos objetos de aprendizagem (OAs), "...entidades digitais ou não, que podem ser utilizadas, reutilizada e referenciadas através de tecnologia de suporte de aprendizagem..." (Learning Objects Metadata Workgroup, 2002), pode ajudar os professores a organizar situações em que os alunos tenham condições favoráveis de compreender o problema e os objetivos a serem alcançados, construir possíveis estratégias e dispor dos mecanismos para testá-las.

Por acreditarmos que os objetos de aprendizagem têm estas características, defende-se sua utilização como um recurso para o professor desenvolver nos alunos habilidades de alto grau de complexidade, como é o caso da resolução de determinados problemas.

O objeto de aprendizagem utilizado nesse trabalho apresenta algumas características específicas, como: 1- facilidade de acesso; 2- portabilidade; 3- interatividade; 4- facilidade de uso; 5- relação com a realidade.

A *facilidade de acesso* se dá pelo fato do conteúdo estar disponível na internet, ser gratuito e não haver a necessidade de instalação no computador.

A *portabilidade* refere-se a uma característica dos objetos de aprendizagem digitais por serem planejados como unidades fechadas, que podem ser manipulados de um lugar para outro através de CD-ROM ou internet.

A *interatividade* deve ser planejada para que os alunos interajam com o conteúdo, escolhendo parâmetros, determinando valores, organizando o problema a ser resolvido de acordo com suas escolhas e não apenas seguindo passos pré-determinados ou assistindo de maneira passiva.

A *facilidade de uso* é outra característica que deve ser levada em conta por quem planeja um objeto de aprendizagem, fornecendo ao professor todo material necessário às atividades na sala de informática da escola.

A escolha do tema de um objeto de aprendizagem deve ter relação com a realidade e ser justificada pela sua relevância didática, uma vez que sua construção envolve custos de programação, armazenamento e divulgação.

Determinados educadores defendem o uso da informática na educação como um fator que contribui para uma melhoria na qualidade do ensino. De uma maneira geral, no senso comum, já se atribui como característica de uma boa escola, ter computadores a disposição dos alunos. No entanto é necessária uma análise mais profunda que identifique e delimite o verdadeiro papel desse recurso na aprendizagem.

Existem vários argumentos a favor da utilização do computador pelos estudantes no auxílio da aprendizagem, no entanto alguns educadores questionam esta utilização, argumentando que os gastos financeiros não se justificam pelos possíveis resultados positivos, como a facilitação na aprendizagem.

A partir dos trabalhos de pesquisadores que defendem o uso do computador na educação, destaca-se a análise feita por Valente (1993), afirmando que o principal papel do computador é auxiliar os estudantes na resolução de problemas.

Como resolução de problemas foi escolhida a seguinte definição: Avaliar a situação vigente para saber como ela se difere do objetivo a ser atingido e pôr em prática uma série de operações para reduzir esta diferença, passando por estados intermediários, até atingir o estado final que satisfaz o objetivo estabelecido. Newell e Simon (1961)

Os estados do problema são definidos por Anderson (2004) como sendo uma

representação do problema, em algum grau de solução, por cada conjunto de dados que o caracteriza, como por exemplo, o estado inicial que é representado pelos dados iniciais, o estado final que é a meta aonde se quer chegar, ou as situações no trajeto percorrido para se solucionar o problema. O termo operação refere-se à ação de transformar um estado do problema em outro, determinando os estados intermediários através dos quais o sistema evolui.

Com o propósito de investigar o quanto um objeto de aprendizagem pode influenciar na resolução de um problema, foi proporcionada aos estudantes uma atividade mediada por esse recurso.

O objeto de aprendizagem tem como ponto de partida o cenário atual do clima no planeta, levando-se em conta as relações entre valores de temperatura, concentração de gases de efeito estufa (GEE), principalmente o dióxido de carbono, além da configuração atual da cobertura vegetal da superfície da Terra. A dinâmica pedagógica desenvolve-se em torno do controle da temperatura média global, utilizando, para isto, o reflorestamento de áreas desmatadas.

No Quadro 1 a seguir, tem-se uma comparação entre possíveis argumentos contra, outros a favor da utilização da informática na educação e os comentários feitos por Valente (1999).

Quadro 1

Argumentos a favor	Argumentos contra	Comentários
O computador serve como motivação, uma vez que exerce um fascínio sobre os estudantes, como recurso áudio-visual e lúdico.		Não justifica, seria uma subutilização.
Como outros países já utilizam, devemos aderir aos novos recursos didáticos, pois precisamos nos inserir no mundo desenvolvido.		Não justifica, o Brasil precisa encontrar uma justificativa com motivos próprios.
Por uma necessidade prática, as novas profissões exigem habilidades com a informática.		Esse argumento justifica apenas o ensino de informática profissionalizante.
Devemos incorporar esse novo recurso didático à nossa prática escolar, como já fizemos com tantos outros.		Não justifica, pois seria apenas mais um.
Os recursos da informática ajudam a desenvolver o raciocínio lógico ao possibilitar situações de resolução de problemas.		<i>* Esse é o principal argumento.</i>
	Já há falta de recursos para educação e não devemos aumentar os gastos.	Precisamos aumentar os recursos para educação como um todo.
	Temos que tomar cuidado para não ocorrer a substituição do professor pelo computador.	O professor que só “transmite” o conteúdo, realmente, deve se preocupar.
	Por ser uma nova tecnologia, a escola encontra dificuldade de adaptação.	Realmente existe uma dificuldade de adaptação, principalmente por parte dos pais e dos professores.
	Em uma posição de indiferença, alguns educadores argumentam que não faz diferença, a utilização ou não desse novo recurso.	<i>* Esta é uma das questões que precisam ser respondidas: “qual é a diferença de se utilizar a informática na educação?”</i>

* Destacam-se dois pontos que motivam esse trabalho, um que levanta a questão sobre a diferença que o uso do computador pode trazer para a educação; outro que propõe o computador como recurso que auxilia no desenvolvimento do raciocínio lógico e resolução de problemas.

O quadro 1 foi construído a partir da análise feita por Valente (1999). Na coluna da esquerda, os argumentos a favor da utilização da informática na educação; no centro, os argumentos contra; na coluna da direita, os respectivos comentários. Esta análise foi feita em 1999, porém ainda hoje existem argumentos semelhantes sendo utilizados tanto por entusiastas da utilização da informática na educação, como também por aqueles que são pessimistas quanto a esta utilização. Isso justifica um aprofundamento desta discussão, além de um teste para verificar os resultados da utilização desses novos recursos.

Pode-se ver que alguns argumentos seguem uma linha cética, colocando-se contra a utilização da informática na educação, mas são praticamente todos refutáveis, como se pode ver no quadro 1. O único que merece uma reflexão mais profunda e uma busca de solução é o argumento de que os professores não estão suficientemente capacitados, além dos pais, que na maioria das vezes, não vivem a mesma relação com os recursos da informática.

Existem também os entusiastas da utilização da informática na educação que trazem argumentos mais otimistas. Deve-se, porém tomar cuidado e refletir sobre as justificativas que realmente apresentam argumentos irrefutáveis, pois esse debate ainda é uma realidade no meio acadêmico, escolar e governamental. Neste sentido pode-se eleger o argumento supostamente irrefutável, já citado anteriormente, de que a principal contribuição da informática para a educação é auxiliar o estudante na resolução de problemas.

2- Revisão da Literatura

A revisão bibliográfica será dividida em duas áreas distintas: Informática na educação (2 dissertações de mestrado, 8 artigos em periódicos, 1 capítulo de livro). Educação ambiental (2 livros, 6 artigos em periódicos, 4 relatórios das Nações Unidas sobre o clima no planeta, 1 dissertação de mestrado). Os periódicos utilizados como fontes de pesquisa bibliográfica foram: Revista Brasileira de Ensino de Física; Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Revista Brasileira de Zootecnia; Revista Novas Tecnologias na Educação; Revista: Scientia Agricola; Revista Scientific American – Brasil; Revista Science; Revista Nature; Revista Ciência & Cognição.

Inicialmente a revisão da literatura foi programada para abranger um período de dez anos (1999 – 2009), porém surgiu a necessidade de se buscar uma definição para *resolução de problemas* que pudesse servir de base para o trabalho, para isto a pesquisa foi estendida até 1961.

2.1- Informática na Educação

Mostra-se aqui uma cronologia que conta parte da história do computador na educação, dando ênfase ao uso de objetos de aprendizagem e “softwares” educativos por professores e pesquisadores.

Newell e Simon (1961), em artigo para revista Science, propõem um “programa” para resolver problemas, que pode ser “executado” tanto em um computador como na mente humana, idéia que teve impacto significativo em toda ciência da cognição.

Um dos maiores precursores da informática na educação, Papert (1998) responde a algumas questões sobre o papel do jogo digital na educação, enfatizando seu caráter desafiador e interativo, além da própria construção de um jogo, por exemplo, que indiscutivelmente contribui para o desenvolvimento de habilidades com a matemática. Já em 1999, em discurso proferido na Casa Branca, EUA, Papert diz que o computador deverá ser o lápis do futuro, sendo assim, um para cada aluno e com o maior tempo possível de acesso ao computador e à internet.

No Brasil, Valente (1999), que foi orientando de Papert, argumenta que o principal papel desta nova tecnologia é o de servir de ferramenta que facilite o desenvolvimento do raciocínio lógico-dedutivo, auxiliando o aluno na resolução de problemas. Ressalta, porém um grande obstáculo a ser superado, que é a dificuldade de adaptação por parte da escola, professores e pais.

Os objetos de aprendizagem digitais, conteúdos virtuais com fins didáticos e algumas características como a portabilidade, a interatividade, a preocupação em representar a realidade e desenvolver o raciocínio lógico, são definidos por Santanché e Teixeira (2000), fazendo ainda referência à origem do termo “*objeto de aprendizagem*”, que surge da interdisciplinaridade formada pela intercessão da informática com a educação, onde a linguagem orientada a objetos passa a influenciar a própria metodologia de uma atividade pedagógica.

Pode-se ver no trabalho de Yamamoto e Barbeta (2001), o uso de simulações interativas, auxiliando os estudantes na resolução de problemas de física. O software utilizado traça os gráficos, representa dinamicamente os vetores, mostra os movimentos contextualizados. O aluno interage, explorando, escolhendo, testando e verificando as consequências de suas escolhas em função dos valores iniciais e

finais.

Em uma aplicação experimental aliada a recursos digitais, Aguiar e Laudares (2001), utilizam o software Logo para aquisição e tratamento de dados em laboratório.

A utilização indiscriminada do computador na escola é analisada e criticada por Medeiros e Medeiros (2002), que alertam para algumas limitações da aplicação excessiva de simulações em detrimento de experiências reais.

Propondo um papel construtivista para a informática na educação, Fiolhais e Trindade (2003), fazem uma relação do uso do computador na escola com os avanços nas teorias de aprendizagem, analisam os diversos modos de utilização do computador (classificando como: aquisição de dados, modelização e simulação multimídia, realidade virtual e internet). Alertam ainda para alguns problemas como por exemplo, a rápida deterioração das máquinas, a dificuldade de se produzir e avaliar os softwares e a falta de capacitação dos docentes.

Nascimento e Morgado (2003) descrevem o desenvolvimento de módulos de aprendizagem, constituídos por conjunto de objetos de aprendizagem, correlacionados de maneira a atender objetivos didáticos relacionados a algum tema como Energia, Movimento, etc. Através de uma metodologia de trabalho em equipes multidisciplinares, todo o processo de produção é descrito, assim como as estratégias de mudanças e ajustes.

Nunes, Campos e Portela (2003), apresentam no XV Simpósio Nacional de Ensino de Física os primeiros módulos de aprendizagem, no âmbito do projeto Rived, que contou com a participação de quatro países latino-americanos. Mostram detalhes do processo de produção um OA, o Teodolito. Onde a concepção de ensino utilizada é tal que envolva os estudantes em atividades caracterizadas pelos

princípios: “mind-on, hands-on e reality-on” (contemplam a “mente, as mãos e a realidade”).

No campo específico da informática na educação, Tarouco et al. (2003), ressaltam o valor de conteúdos digitais, como os objetos de aprendizagem, pelo seu poder de reusabilidade, característica que diminui os custos, além de estimular a cooperatividade entre professores na produção do material.

Um trabalho que não é exatamente sobre informática na educação, mas que não pode ficar fora de nossa lista de referência é o livro de Anderson (2004), escrito originalmente em inglês em 2000. Nele o autor destaca características essenciais na resolução de problemas: 1- o direcionamento para uma meta; 2- a decomposição em submetas; 3- a aplicação de operadores. Esses operadores são mecanismos, ou ações, que transformam um estado do problema em outro. Onde a solução total é formada pela sequência de operadores responsáveis pelo alcance de todas as submetas.

Visando utilizar determinados tipos de softwares disponíveis no mercado, utilizado em outras áreas como Economia e Estatística, Figueira e Veit (2004), propõem o uso de planilhas de cálculo como ferramenta pedagógica que auxilie os alunos, tanto na aquisição dos dados no laboratório com no tratamento, análise, interpretação e conclusão. Neste caso o computador também faz parte da experiência, pois a aquisição dos dados é real.

Analisando o desempenho de alunos de física usuários da ferramenta computacional *Modellus*, Araujo, Veit e Moreira (2004), discutem as dificuldades para interpretação de gráficos em cinemática, visando propiciar condições favoráveis à aprendizagem significativa.

Fazendo uma análise psicológica, Accioly (2006), propõe enquadrar a

“simulação” no campo teórico da cognição, definindo: *“simulação é uma estratégia cognitiva interativa baseada na produção do efeito de real a partir de modelos.”*

Em um trabalho que pode ser considerado entre os otimistas, com relação ao uso da informática na educação, Pessoa (2007), discute a importância da inclusão da informática na formação do professor, visando uma integração do computador na nova prática pedagógica do professor a ser formado.

Anjos (2008) faz uma análise crítica sobre o uso de simulações no Ensino de Física, onde conclui que os professores também devem receber investimentos no sentido de sua capacitação, para romper a resistência e dificuldades nesta área, que em muitos casos podem ser maior do que a dificuldade encontrada pelos estudantes.

A partir da utilização de um “software” para o estudo de colisões, Rampanelli e Ferracioli (2006) concluem que o uso de modelagem computacional pode constituir-se em uma estratégia promissora, levando o estudante a refletir sobre seu conhecimento prévio auxiliando ainda na sua evolução conceitual.

Utilizando o software Modelos para auxiliar o aluno a representar um circuito elétrico RLC, Dorneles et. al. (2008), fazem uma associação de modelagens computacionais com a aprendizagem significativa de Ausubel. Onde os alunos que participaram das atividades, que incluem recursos computacionais, mostraram melhorias estatisticamente significativas no desempenho, com relação ao um grupo de controle. Qualitativamente eles apresentaram mais desenvoltura na capacidade de argumentação e maior disposição para um raciocínio conceitual.

Em uma proposta de inserção da Física Moderna no ensino médio, aliada à uma atividade de modelagem exploratória, Sales et. al. (2008), discutem a utilização de um objeto de aprendizagem que constitui uma metáfora do Efeito Fotoelétrico,

chamado “pato quântico. Onde foi observado que tal atividade favoreceu na compreensão do fenômeno como um todo e não apenas a aplicação da equação que expressa o efeito estudado.

Jogos didáticos podem ir muito além da motivação, como pode ser visto no trabalho de Tonéis e Petry (2008), abordando a questão do desenvolvimento de habilidades lógico-matemáticas através de experiências em ambiente virtual, argumentando que “jogos virtuais interativos” podem incentivar atitudes especulativas em matemática, ajudando a criar a idéia de uma construção dinâmica do conhecimento matemático.

2.2- Educação ambiental com ênfase em aquecimento global

Nesse tópico apresentam-se algumas referências relativas à educação ambiental, especificamente ligadas às mudanças climáticas, buscando a compreensão da relação da temperatura média da Terra com os gases de efeito estufa e possíveis ações antropogênicas.

Assim como se pretendia fazer para a informática na educação, essa revisão de literatura foi programada para compreender um período de dez anos (1999 – 2009), porém verificou-se a necessidade de acrescentar um livro, pioneiro na área, onde De Vos (1992), descreve matematicamente a temperatura média da Terra em função de características físicas conhecidas do Sol e da Terra, tratando os dois, Sol e Terra, como corpos negros em equilíbrio.

Através de uma colaboração internacional entre Rússia, Estados Unidos e França, foi realizada uma perfuração e retirada de um cubo de gelo, com 3.330m de profundidade, em Vostok, no leste da Antártica, sendo possível um registro da composição atmosférica e do clima local, para um período de quatro ciclos glaciais. Analisando esses ciclos e comparando com os dias de hoje, pode-se observar que as características atmosféricas e de temperatura atuais parecem não ter precedente nos últimos 420.000 anos. Esse importante trabalho de Petit et al (1999) vem servindo de referência para vários outros, sobre o assunto aquecimento global.

Dirigindo-se a professores do ensino médio, Echer e Souza (2001), constroem a relação matemática entre a luz solar e a espessura óptica da atmosfera terrestre, a partir da lei de Beer-Lambert. Com um tratamento fenomenológico, apresenta abordagem interdisciplinar da física com a química da atmosfera, constituindo um material de apoio que, certamente, dá mais segurança para o professor tratar desse

tema, que desperta o interesse dos alunos e da sociedade como um todo.

Através de uma análise que nos leva a atribuir às plantas um papel fundamental como mecanismo de mitigação, ou seja de atenuação dos efeitos do aquecimento global, Fagundes et al (1999) e Pedreira e Pedreira (2007), mostram que as folhas interagem com a luz solar de maneira análoga a interação de a luz solar com a atmosfera, no que diz respeito a absorção de energia, fazendo uma diferença fundamental no controle da temperatura, pois a energia absorvida, no caso das plantas, não é reemitida para a atmosfera e sim utilizada na síntese das moléculas de glicose e frutose, por exemplo.

O aquecimento global hoje, apesar de merecer ser tratado com cautela, não pode mais ser negado. Hansen (2004), alerta para a gravidade da situação que vivemos com relação ao clima do planeta. Coloca o problema como sendo uma “bomba-relógio” e alerta para a necessidade urgente de uma cooperação internacional, sem precedentes na história, se quisermos realmente enfrentar este problema.

Através de uma simulação de 150 anos do desmatamento em todo o mundo, Swaminathan (2007), mostrou que as florestas tropicais são escoadouros de carbono, sendo um importante mecanismo de mitigação, e que para as florestas boreais esse efeito é questionável.

No relatório síntese sobre o clima do IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, Pachauri e Reisinger (2007), apresentam e analisam os dados sobre as mudanças climáticas, discutindo suas prováveis causas, adaptações, maneiras de enfrentar e minimizar os efeitos do aquecimento global.

Em uma obra dirigida ao público em geral: “Uma verdade inconveniente”, Gore (2006), apresenta uma visão panorâmica sobre o tema aquecimento global,

alertando para várias precauções que devemos tomar em relação ao nosso planeta, além de deixar uma pergunta sobre a relação matemática entre a temperatura média global e as emissões de gases de efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono.

Em um trabalho sobre Física Ambiental com ênfase no Efeito Estufa, Sobrinho (2009), faz uma análise de livros didáticos utilizados hoje nas escolas de ensino médio; os quais, em sua maioria são satisfatórios no aspecto lógico de seus textos. Como produto de seu trabalho, propõe ainda um material didático sobre efeito estufa, que leva em conta os efeitos de absorção além dos efeitos de reflexão, quase que unicamente, utilizados hoje nos conteúdos de ensino médio.

3- Referencial teórico

A utilização da Informática na Educação vem sendo bastante estudada e discutida nas últimas décadas. No debate sobre qual é o seu papel na educação, pode-se ver opiniões entusiastas e otimistas contrapondo-se a opiniões céticas e pessimistas. O que se pretende neste capítulo é tecer argumentos que justifiquem teoricamente o uso de um objeto de aprendizagem (OA) como recurso capaz de auxiliar um estudante que se coloque como solucionador de um problema.

O papel da informática na educação é muito amplo, englobando desde redes sociais, ambientes colaborativos, fóruns, ambientes de aprendizagem a distância e destacando-se os objetos de aprendizagem, que encontram-se no cerne desse trabalho e podem ser definidos como segue:

“Objetos de Aprendizagem são definidos aqui como qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada através de tecnologia de suporte de aprendizagem. Exemplos de tecnologia de suporte de aprendizagem incluem sistemas de treinamento baseado em computador, ambientes interativos de aprendizagem, sistemas inteligentes de instrução assistida por computador, sistemas de aprendizagem a distância, e ambientes de aprendizagem colaborativa. Exemplos de Objetos de Aprendizagem incluem conteúdo multimídia, conteúdos instrucionais, software instrucional e ferramentas de software, organizações ou eventos referenciados durante a tecnologia de suporte de aprendizagem.”

Learning Objects Metadata Workgroup – LOMW - (2002)

Um projeto do Ministério da Educação, Rede Interativa Virtual de Educação – Rived – que surgiu no Brasil com o objetivo de produzir objetos de aprendizagem e

disponibilizá-los para todas as escolas, vem contribuindo para formar um banco de OAs e suprir todo o mapeamento do conteúdo de ensino médio. Teve início em 1999 e hoje produz objetos de aprendizagem através de Universidades, participantes do Projeto Fábrica Virtual, espalhadas pelos Brasil.

O projeto Rived traz uma definição subsequente a utilizada pelo LOMW (2002), dando ênfase aos OAs digitais, simulações, animações, e conteúdos digitais em geral, como se pode ver a seguir:

“Um objeto de aprendizagem é qualquer recurso que possa ser reutilizado para dar suporte ao aprendizado. Sua principal idéia é “quebrar” o conteúdo educacional disciplinar em pequenos trechos que podem ser reutilizados em vários ambientes de aprendizagem. Qualquer material eletrônico que provém informações para a construção de conhecimento pode ser considerado um objeto de aprendizagem, seja essa informação em forma de uma imagem, uma página HTM, uma animação ou simulação.”

Rived (2003)

O site do projeto Rived faz referência a alguns aspectos como, por exemplo, relacionar conceitos e resolver problemas.

“... A possibilidade de testar diferentes caminhos, de acompanhar a evolução temporal das relações, causa e efeito, de visualizar conceitos de diferentes pontos de vista, de comprovar hipóteses, fazem das animações e simulações instrumentos poderosos para despertar novas idéias, para relacionar conceitos, para despertar a curiosidade e para resolver problemas.”

Rived (2003)

Uma análise feita por Valente (1999) justifica a utilização do computador por auxiliar os estudantes na resolução de problemas.

A definição, citada no capítulo 1, dada por Newell e Simon (1961), para resolução de problemas é: avaliar a situação vigente para saber como ela se difere do objetivo a ser atingido e pôr em prática uma série de operações para reduzir esta diferença, passando por estados intermediários, até atingir o estado final que satisfaz o objetivo estabelecido.

“Um estado do problema é a representação do problema em algum grau de solução. A situação inicial do solucionador do problema é chamada estado inicial, as situações no trajeto até meta são os estados intermediários, e a meta é o estado-fim,”

Anderson (2004)

O conjunto de todos os estados que fazem parte da solução do problema constitui o espaço do problema.

O termo *operação* refere-se a ação de transformar um estado do problema em outro. Ao conceber os operadores, na verdade, o solucionador gera os novos estados que farão parte do espaço da solução do problema, ou simplesmente espaço do problema.

As metas a serem atingidas exigem do solucionador diferentes habilidades para traçar as estratégias que passam pela escolha dos operadores adequados. Esses operadores devem seguir a premissa de diminuir a diferença entre um determinado estado em que se encontra a solução e o estado-fim. Em alguns casos basta essa premissa para se atingir o objetivo final. Porém, na maioria dos casos é necessário aumentar a diferença, em um determinado momento, para que em passos seguintes se consiga aproximar do estado-fim. É o que Anderson (2004) chama de *“análise de meios-fins”*.

Nos parágrafos seguintes é feita uma análise a partir de algumas citações

sobre resolução de problemas, feitas por Anderson (2004), sob o ponto de vista da psicologia cognitiva, e por Newell e Simon (1970), sob o ponto de vista da inteligência artificial. Posteriormente faz-se uma associação entre estas idéias e propõem-se algumas características desejadas para os objetos de aprendizagem.

Representação do problema

“O sucesso na resolução de problemas depende da representação dos problemas de maneira tal que operadores adequados possam ser aplicados.”

Anderson (2004)

Vê-se aqui a importância de representar bem o problema para que o estudante tenha as melhores condições para encontrar os operadores que atuam nos estados do problema, partindo da situação inicial, passando pelos estados intermediários, até se chegar à solução final com a meta atingida.

Redução da diferença

Através deste método procura-se sempre reduzir a diferença entre um determinado estado intermediário e o estado-fim.

O chamado método da redução da diferença é o que dá a direção geral para se atingir a meta final, porém nem sempre é o único princípio a se seguir; às vezes é necessário se afastar da solução em alguns passos, para depois retomá-la.

Análise de meios-fins

“As pessoas experimentam dificuldades em solucionar problemas em pontos que a solução correta envolve aumentar a diferença entre o estado atual e a meta.”

Anderson (2004)

“O sistema de busca heurística particular, que encontra diferenças entre a situação atual e a desejada, encontra também um operador relevante para cada diferença e aplica o operador para reduzir esta diferença, é geralmente chamado análise de meios-fins.”

Newell e Simon (1970)

A análise de meios-fins se faz necessária em casos em que a redução imediata da diferença entre os estados do problema não se mostra eficiente. É o caso de problemas que apresentam certa dificuldade em sua resolução e exigem um pouco mais do solucionador. Aonde, para cada diferença é necessário encontrar um operador diferente, o que exige do solucionador mais criatividade.

Criação de submetas

“A análise de meios-fins implica a criação de submetas para eliminar a diferença entre o estado atual e a condição para a aplicação do operador desejado”

Anderson (2004)

A criação de submetas é essencial, pois na maioria das vezes não se consegue atingir o objetivo em apenas um único passo, sendo necessário subdividi-lo em passos menores e de menor complexidade.

Acredita-se que os OAs, por suas características intrínsecas, reunidas e apresentadas nesse trabalho, auxiliam a subdividir um problema original, inicialmente complexo, em partes mais simples e conseqüentemente de mais fácil solução, ajudando a decompor a meta final em submetas que servirão como um caminho a ser seguido.

A utilização dos OAs possibilita aos estudantes a construção de estratégias,

partindo de uma situação inicial, escolhendo possíveis caminhos, para se chegar a uma determinada meta.

A proposta deste capítulo é fazer a relação da análise feita por Anderson (2004), a contribuição de Newell e Simon (1970) e os objetos de aprendizagem.

O OA desenvolvido para esse trabalho serve como exemplo de um problema a ser resolvido. Ele tem o objetivo de auxiliar a construir os conceitos relacionados a mecanismos de mitigação, ou seja, minimização dos efeitos do aquecimento global e as relações entre as grandezas físicas envolvidas, levando em consideração os valores de temperatura, concentração de gases de efeito estufa (GEE), principalmente o dióxido de carbono (CO_2), além da configuração da cobertura vegetal da superfície da Terra.

A interatividade possibilita ao estudante interferir na evolução da temperatura média global, utilizando, para isso, o reflorestamento de áreas desmatadas, com o objetivo de minimizar os efeitos do crescimento da concentração dos gases de efeito estufa (GEE).

O espaço do problema é formado pelo conjunto de possíveis evoluções temporais, que partem do estado inicial do problema e se desenvolvem em função das escolhas do estudante.

O problema pode ser visto como partindo de uma situação inicial e direcionado a uma meta. Porém é importante que algumas características sejam observadas, como a exigência de uma “análise de meios-fins”, para que estratégias sejam criadas e testadas.

Seguindo os pressupostos de Triviños (2009) propõem-se as questões norteadoras que subsidiam a presente pesquisa e auxiliam na formulação da hipótese, no capítulo seguinte.

Questões norteadoras:

- 1- O objeto de aprendizagem auxilia na identificação do problema e na previsão de uma situação final?
- 2- O objeto de aprendizagem auxilia na organização do problema, subdividindo-o favoravelmente à concepção das operações que possam transformar um estado em outro?
- 3- O objeto de aprendizagem motiva e auxilia o estudante a apropriar-se do objetivo proposto, buscando atingi-lo?
- 4- O objeto de aprendizagem oferece a oportunidade de o estudante interagir modificando os estados do problema e verificando as concepções adquiridas durante a atividade?
- 5- O objeto de aprendizagem auxilia o estudante a propor soluções reais?

4- Hipótese:

A partir da análise e considerações feitas nos capítulos anteriores, pode-se propor a seguinte hipótese:

- Os Objetos de Aprendizagem têm como característica auxiliar o aprendiz na resolução de problema, pois facilitam na identificação do problema, das regras em vigor e dos objetivos a serem atingidos. Possibilitam a subdivisão do problema e a criação de submetas, oferecendo uma interatividade que possibilita operações nos estados intermediários até se chegar ao objetivo final.

O objeto de aprendizagem, descrito em detalhes nos capítulos seguintes, foi testado com o objetivo de verificar sua utilidade no auxílio da resolução de um problema, e corroborar a hipótese, a partir das questões norteadoras, listadas no capítulo 3.

5- Um exemplo de problema a ser resolvido

Neste capítulo faz-se a ligação dos princípios teóricos sobre resolução de problemas, tratados nos capítulos anteriores, aplicados a um exemplo, o objeto de aprendizagem produzido para este trabalho.

Em cada tela representada nos esquemas a seguir, exemplificam-se os estados do problema, começando com o estado inicial, passando pelos estados intermediários, até um possível estado final. Cada estado é representado pelo conjunto de números no respectivo esquema. O conjunto é formado pelos valores de temperatura, concentração de CO₂ e densidade de áreas reflorestadas, que parametrizados pelo tempo formam cada estado do problema.

A seguir, definem-se os termos utilizados nos esquemas:

- Índice de reflorestamento: Taxa relativa ao quociente da área da Terra sobre a área reflorestada, expressa em partes por milhão.
- Concentração de CO₂ : Razão entre volume total da atmosfera e volume de CO₂ na atmosfera, expresso em partes por milhão)
- Temperatura média: Média da temperatura global em grau Celsius.
- Na Tabela:
 - Área plantada: Área da superfície terrestre escolhida pelo o usuário para implantar um reflorestamento, cada unidade na tabela refere-se a uma área de 100km².
 - Volume produzido: Volume produzido de matéria orgânica vegetal, que dependerá da latitude.
 - latitude: Valores que variam verticalmente, de -60° a +60°)

- Dinâmica do OA:

- O tempo avança 5 anos ao se clicar em “avançar”
- Vinculada a variável tempo tem-se a concentração de gases de efeito estufa, que tem a predominante influência do dióxido de carbono (CO₂). Com a taxa de crescimento de 1,5 partes por milhão por ano.
- A taxa de reflorestamento depende da escolha feita pelo estudante, solucionador do problema.

A temperatura depende da concentração de gases de efeito estufa, com uma sensibilidade climática de 3°C (conforme Apêndice B), ou seja, este seria o acréscimo na temperatura média caso a concentração de CO₂ dobre de valor, ou seja passe do valor de 350 ppm para 700 ppm, com a temperatura média passando de 16 °C para 19 °C. Considera-se que a concentração de CO₂, na atmosfera no ano 2000 teve um valor de 350 ppm.

Levando em conta estas considerações, no ano de 2050 a concentração de CO₂ na atmosfera seria de 425 ppm e a temperatura média seria de 16,6 °C. Propõe-se como objetivo da atividade, que a temperatura fique abaixo de 16,5 °C, amenizando assim os efeitos do aumento da concentração dos GEE.

É oferecido ao estudante que se coloca como solucionador do problema proposto, a possibilidade de escolher se deseja fazer o reflorestamento, onde, quanto e quando plantar. Clicando, arrastando e marcando com ícones o local desejado

Os ícones  alinhados abaixo, podem ser arrastados sobrepondo-os sobre mapa mundi demarcando as áreas escolhidas para o reflorestamento, como apresentado no esquema a seguir.



Ano _____

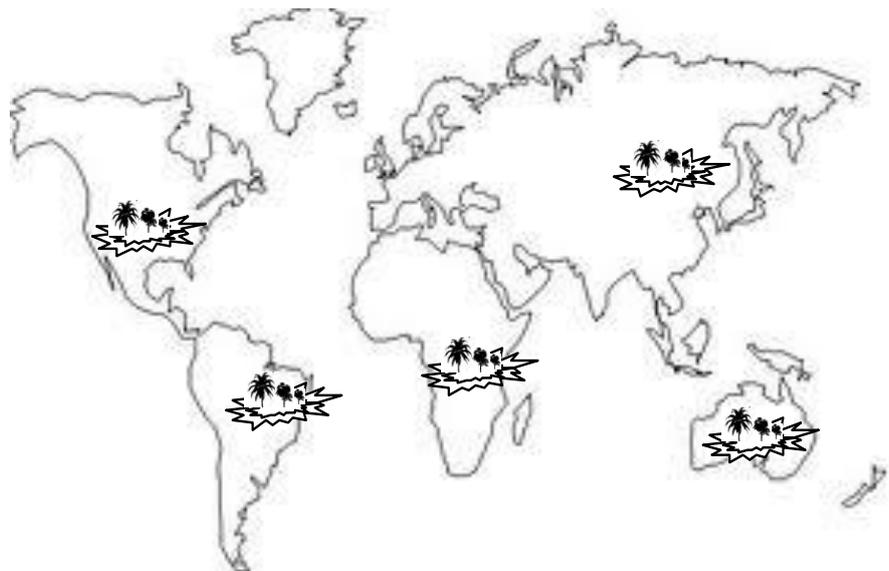
Índice de reflorestamento.: 0 ppm

Concentração de CO ₂ : 350 ppm

Temperatura média.: 16°C

área volume latitude

0	0	60°
0	0	45°
1	0	30°
1	0	15°
1	0	0°
2	0	15°
0	0	30°
0	0	45°
0	0	60°



Como possibilidade de solução do problema é sugerido um reflorestamento, onde o usuário escolhe o valor da área a ser plantada e o local aonde se quer plantar. A escolha do local é feita sobre um mapa mundi. Para isto basta clicar e arrastar um ícone, representando o equivalente a uma área de 100km^2 .

A tabela a esquerda, mostrada no esquema anterior, armazena os valores de área plantada e o volume produzido, para relacionar a produtividade com a latitude. Verifica-se uma maior produtividade nas proximidades do equador.

Limita-se a área total a ser plantada em cada “rodada”, definida pelo ciclo de cinco anos, sendo permitido que o usuário utilize quinze vezes o ícone que representa uma plantação de 100km^2 , resultando uma área total de 1500km^2 . Isto fará com que o solucionador do problema tenha que raciocinar para fazer sua escolha, caso contrário não conseguirá atingir seu objetivo.

Estado inicial

O estado inicial é caracterizado pela tabela vazia, índice de reflorestamento igual a zero, concentração de CO₂ igual 350 ppm e temperatura média de 16°C.



Ano 2000

Índice de reflorestamento.: **0** ppm

Concentração de CO₂: **350** ppm

Temperatura média.: **16°C**

área volume latitude

área	volume	latitude
0	0	60°
0	0	45°
0	0	30°
0	0	15°
0	0	0°
0	0	15°
0	0	30°
0	0	45°
0	0	60°



Estado intermediário

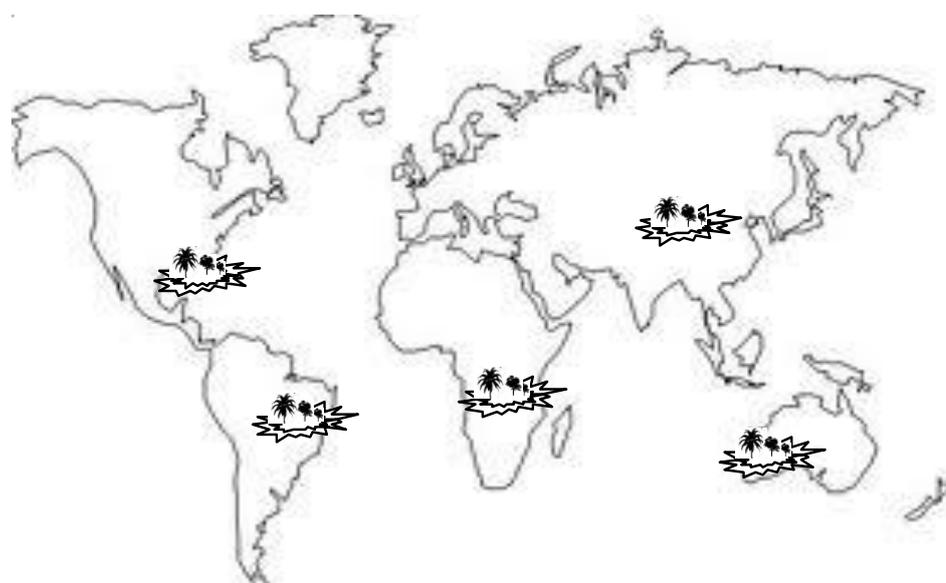
No estado intermediário, o estudante já fez algumas escolhas e podem até ter traçado algumas estratégias. A observação da evolução dos valores possibilita uma avaliação das escolhas feitas.

Observa-se no esquema abaixo alguns valores diferentes do estado inicial, devido às possíveis escolhas feitas pelo estudante.

Ano 2005	Índice de reflorestamento.: 12,6 MI	Concentração de CO ₂ : 357,5 ppm	Temperatura média.: 16,043°C
----------	---	---	-------------------------------------

área volume latitude

0	0	75°
0	0	60°
2	1,2	45°
1	0,8	30°
3	3	15°
4	4	15°
3	2,4	30°
2	1,2	45°
0	0	60°



O estudante deve analisar suas escolhas, observando os valores nos estados intermediários, até perceber qual é a melhor estratégia para se atingir o objetivo final.

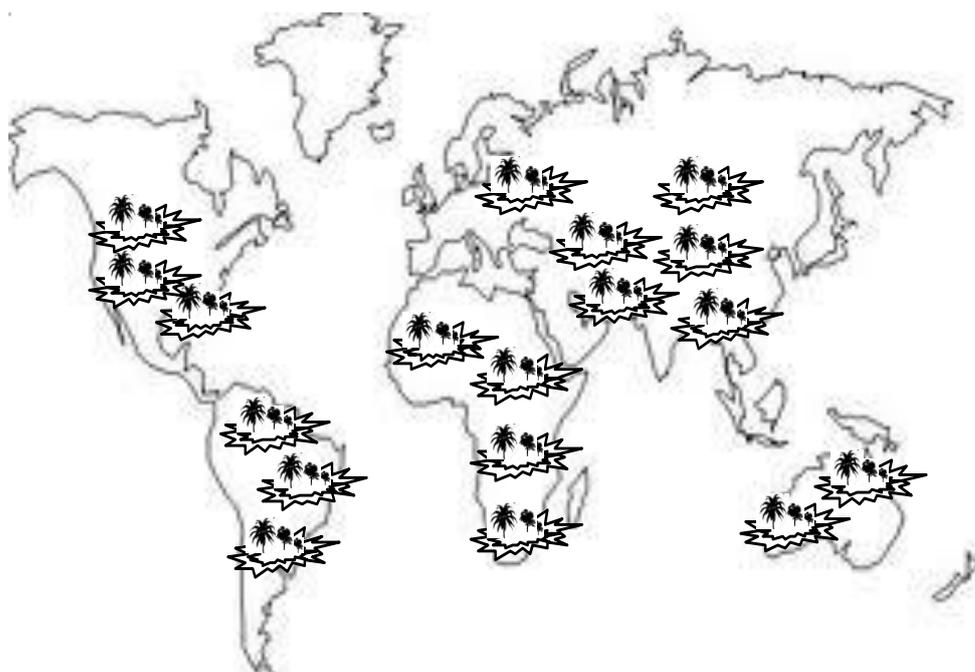
Possível estado final

Observa-se no esquema abaixo um possível estado final, em que o objetivo é atingido satisfatoriamente. Com o valor da temperatura igual a 16,3°C, abaixo de 16,5°C. O valor da concentração de gases de efeito estufa, com a taxa de crescimento de 1,5 ppm por ano, está em 425 ppm. A área de reflorestamento igual 180 ppm, corresponde 180 bilhões de litros.

Ano 2050	Índice de reflorestamento.: 180 ppm	Concentração de CO ₂ : 425 ppm	Temperatura média.: 16,3°C
----------	---	---	-----------------------------------

área volume latitude

7	0,7	60°
10	3	45°
36	21,6	30°
55	44	15°
45	45	0°
53	53	15°
24	19,2	30°
11	6,6	45°
06	1,8	60°



6- Produtos educacionais

Nesse trabalho foi desenvolvido como produtos educacionais, um objeto de aprendizagem, aplicado em uma escola e um guia do professor com dicas de utilização, questões e textos de apoio.

6.1 – Objeto de aprendizagem

Existem problemas atuais que são de grande complexidade, tanto na compreensão do fenômeno em si, quanto o próprio debate na comunidade científica e na educação, um desses problemas é o enfrentamento ao aquecimento global, que apesar de não ter consenso na comunidade científica, já está sendo amplamente discutido na escola e na sociedade.

O aquecimento global é a consequência de um problema a ser enfrentado por todos, professores, estudantes e sociedade, pois querendo ou não, todos serão afetados pelos efeitos das mudanças climáticas.

Um assunto como esse tão presente e influente na vida de todos, merece ser abordado com todos os recursos educacionais disponíveis. Os novos recursos da informática, como os objetos de aprendizagem (OAs), que se propõem a auxiliar os estudantes na resolução de problemas, apresentam-se como recursos pedagógicos para os professores.

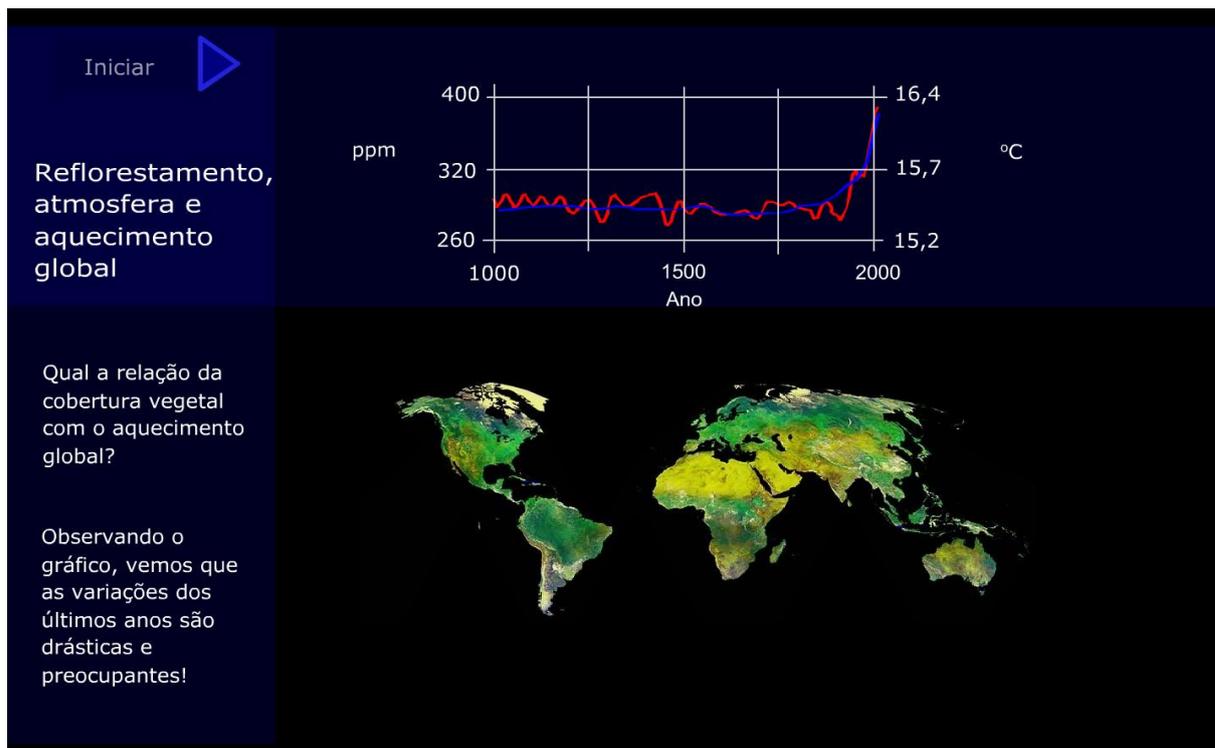
O reflorestamento de áreas desmatadas não é a única medida a ser tomada para amenizar os efeitos do aquecimento global, é, porém muito importante. Pode-se ver no gráfico da figura 2 do Apêndice B um aumento considerável da temperatura, marcado pelo surgimento da agricultura há dez mil anos. Deve-se lembrar ainda que a agricultura traz com ela queimadas e desmatamento.

A interface visual do OA consta de um mapa mundi interativo, onde o aluno escolhe a quantidade e a localização de novas plantações, visando aumentar a área coberta por plantas na superfície da Terra. O computador simula o aumento da concentração de gases de efeito estufa, seguindo os valores atuais deste aumento, que é cerca de 1,5 partes por milhão por ano, contrapondo esta tendência com as ações do aluno que visam “Mitigar”, ou seja, reduzir ou atenuar os efeitos da emissão de gases de efeito estufa na atmosfera.

Outro aspecto que exige reflexão por parte do estudante é a questão do efeito da latitude na diversidade, densidade e no crescimento das plantas, afetando também no efeito de atenuação do aquecimento local promovido pela vegetação, isto faz com que as regiões tropicais sejam de extrema relevância neste contexto, colocando o Brasil, por sua localização e extensão territorial, como um dos países de maior importância para minimizar os efeitos do aquecimento.

Na tela 1, a seguir, apresenta-se o OA e lança-se a questão central, a partir de um gráfico que descreve a evolução da temperatura ao longo dos últimos mil anos, com aumento acentuado para a temperatura, que segue o aumento da concentração de gases de efeito estufa, nas últimas décadas.

Tela 1



Na tela 2 começa a interatividade do OA, aonde o estudante faz suas escolhas no objeto de aprendizagem visando atingir seu objetivo que deverá ser o de manter a temperatura média do planeta abaixo de 16,5 °C.

O mapa mundi representa a situação atual de cobertura vegetal. Cabe ao estudante utilizar a vegetação como mecanismo de atenuação da temperatura média global.

As plantas atuam como atenuadores do aquecimento, tanto na absorção de CO₂ da atmosfera, como absorvedor de energia solar na fotossíntese e como refletores da luz solar, aumentando o albedo, ou seja, aumentando o coeficiente de reflexão da luz solar

Esse efeito de mitigação é significativo apenas nas regiões tropicais, de maneira que se o estudante escolher as regiões próximas aos pólos, o efeito não será satisfatório.

Tela 2



A área plantada, escolhida pelo estudante, fica computada na tabela da tela 2, a direita. Para representar uma plantação e aumentar a área plantada, o estudante deve clicar sobre os ícones, na parte superior, que representam uma diversidade de plantas, arrastando e soltando o ícone no local desejado.

As consequências podem ser vistas nos campos localizados acima do mapa, com os valores de volume produzido de biomassa (em escala de verde), concentração de gases de efeito estufa na atmosfera (em escala de azul) e valores de temperatura (em escala de vermelho).

Cabe ao estudante fazer suas opções para atingir o objetivo do OA e, mais importante que isto, tirar conclusões sobre as relações entre as grandezas envolvidas.

As telas a seguir, de 2.1 à 2.7, são apenas variações da tela 2, em função da interatividade e escolhas feitas pelo estudante.

Tela 2.1



Na tela 2.1 têm-se os avisos iniciais, aonde o estudante é orientado a clicar e arrastar os ícones até a região do planeta que deseja plantar.

Cada ícone representa uma plantação diversificada, representada pela plantas nativas de cada região.

Tela 2.2

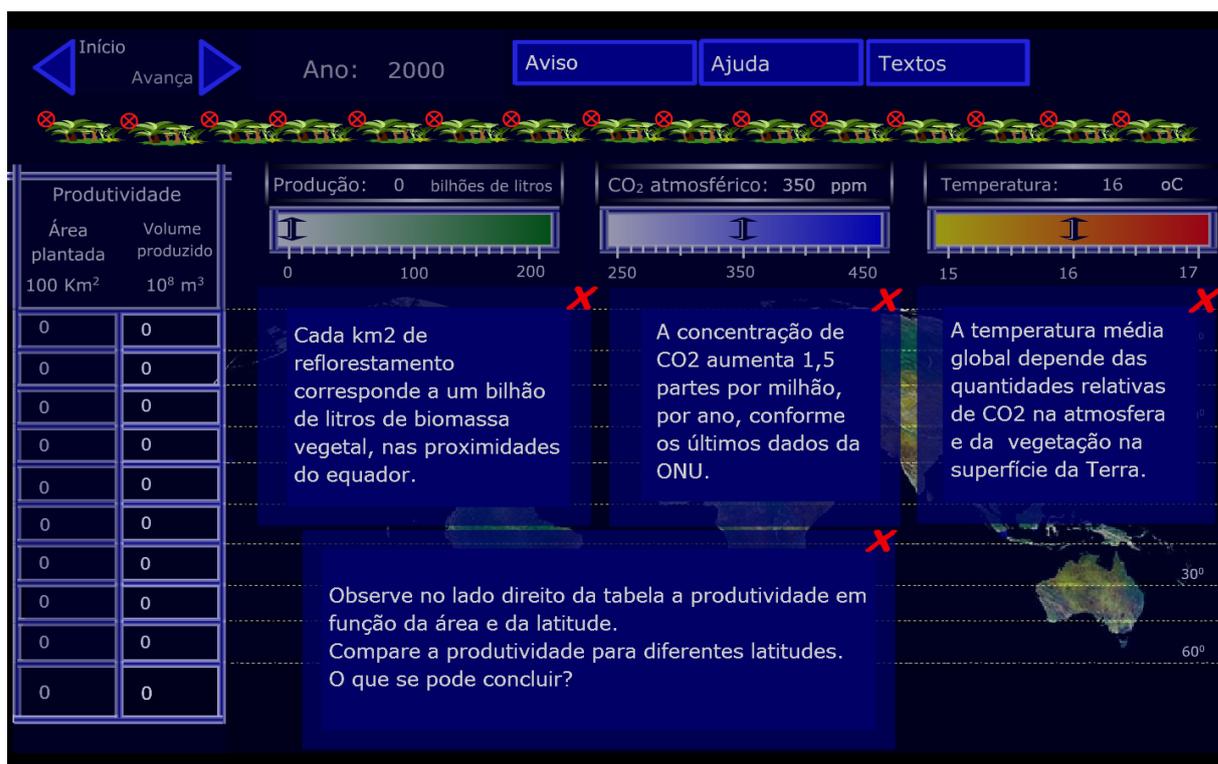


Na tela 2.2, a tabela a esquerda é descrita no quadro de avisos no centro, embaixo. Esta janela é acionada quando o estudante clica sobre cada coluna.

Na coluna esquerda da tabela tem-se o valor da área plantada. Cada clique corresponde a 100 km².

A coluna da direita da tabela corresponde à produtividade que depende da latitude. Variando de uma produtividade máxima em torno do equador até um mínimo tendendo a zero nos pólos.

Tela 2.3



Cada parte da tela 2.3 é explicada por um quadro de aviso, basta clicar sobre a região da tela da qual se deseja informações. No caso, pode-se ver a descrição dos três “mostradores” centrais (campos da tela que mostram os valores a serem acompanhados pelos estudantes, são coloridos em matizes de verde, azul e vermelho; com o objetivo de chamar a atenção para a variação dos valores). Tem-se também o significado dos valores que aparecem na coluna da direita da tabela, no quadro central abaixo na tela.

Os “ponteiros”, em forma de setas de duas pontas, deslizam horizontalmente sobre cada retângulo colorido em matiz, marcando os valores em evolução, ao longo da execução da tarefa pelo estudante.

Tela 2.4



Na tela 2.4, após escolher as regiões a serem plantadas, no início do OA, correspondente ao ano 2000, o estudante clica em avançar para que cinco anos se passem. A partir de então basta clicar duas vezes sobre cada ícone, para que a área plantada aumente.

Tela 2.5

The screenshot shows a simulation interface with a dark blue background. At the top, there are navigation buttons for 'Início' (left) and 'Avança' (right), and a status bar showing 'Ano: 2025'. To the right are buttons for 'Ajuda' and 'Textos'. Below the navigation is a row of green plants with red 'X' marks above them. A central panel displays a warning message in white text on a dark blue background. To the left of the warning is a table with two columns: 'Área plantada' and 'Volume produzido'. To the right of the warning is a temperature gauge showing a red bar and a scale from 16 to 17. The background features a world map with latitude lines.

Produtividade

Área plantada	Volume produzido
100 Km ²	10 ⁸ m ³
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0

Produção: 0 bilhões de litros | CO₂ atmosférico: 387.5 ppm | Temperatura: 16.325 °C

Atenção!

Observe que o valor da temperatura já ultrapassa os 16,3 graus.

Você deve aumentar a área plantada, ou escolher regiões mais produtivas do planeta.

A tabela a esquerda, mostra a produtividade em função da latitude.

Lembre-se que o objetivo deste desafio é manter a temperatura abaixo dos 16,5 graus.

Caso o estudante não esteja tomando as decisões corretas, que levem ao objetivo final, alguns alertas são apresentados, buscando uma reflexão e se necessário uma revisão e mudança de estratégia, como mostrado na tela 2.5.

Tela 2.6



Na tela 2.6, que já se refere à data de 2040, pode-se prever que o objetivo não pode mais ser atingido, em função do valor da temperatura. Um aviso então é emitido, para que a estudante volte ao início do OA.

Tela 2.7



Na tela 2.7 um quadro de ajuda fica disponível para o estudante durante todo o jogo, com texto abaixo:

Este é um OA capaz de simular o controle da temperatura média global.

Para isto foram estabelecidos alguns princípios:

- o crescimento da área de reflorestamento no planeta funciona como agente atenuador da temperatura, considerando a absorção de energia solar através da fotossíntese e reflexão da luz.
- a concentração de CO₂ na atmosfera cresce a uma taxa de 1,5 ppm/ano.
- a temperatura depende dos dois fatores, reflorestamento e crescimento dos gases de efeito estufa (GEE).
- Clique sobre os ícones acima, arraste e solte no local escolhido.
- Compare a produtividade de cada região do planeta, através da tabela ao lado.
- Observe os valores nos mostradores de produção de biomassa, de concentração de

CO₂ e da temperatura média global.

-Acompanhe a evolução dos valores da temperatura média global.

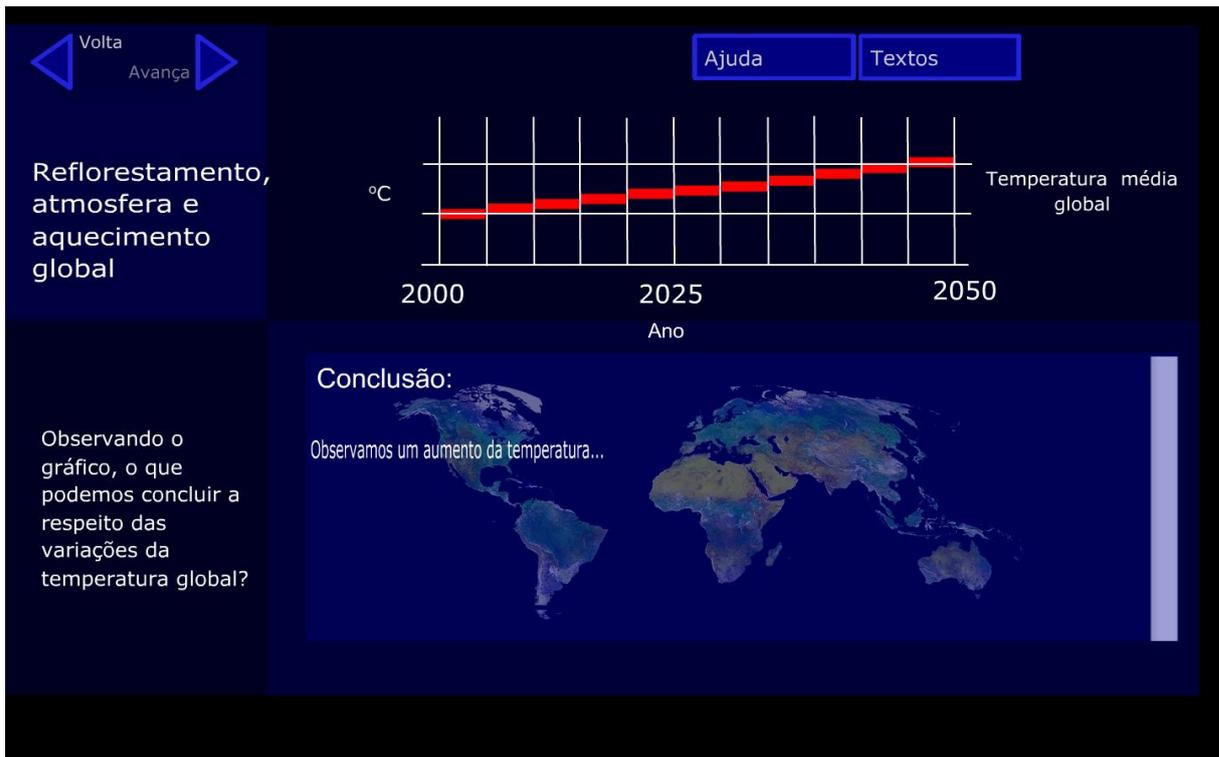
-Analise as consequências das suas escolhas.

Tela 3

Na tela 3 avalia-se a aprendizagem do estudante sobre a influência da latitude na produtividade e conseqüentemente na atenuação da temperatura. Considera-se satisfatórias as respostas menor ou igual a 30° de latitude norte ou sul.

As telas a seguir, de 4.1 à 4.3, são variações da tela 4, em função da interatividade e escolhas feitas pelo estudante.

Tela 4.1



Na tela 4.1 pode-se ver a evolução da temperatura média em função do tempo. O valor da temperatura, nesta simulação está variando segundo a equação abaixo.

$$T = T_0 \cdot e^{k_a(f_a - f_b)} \quad (1)$$

Onde:

$$f_a = (350 + 1,5 \cdot t) \text{ ppm}$$

$$f_b = (k_b \cdot a/A \cdot 10^6) \text{ ppm}$$

a → Área escolhida pelo estudante.

A → Área total do planeta.

t → Tempo medido em anos.

K_a → Constante que representa o coeficiente de extinção associado atmosfera e cobertura

vegetal.

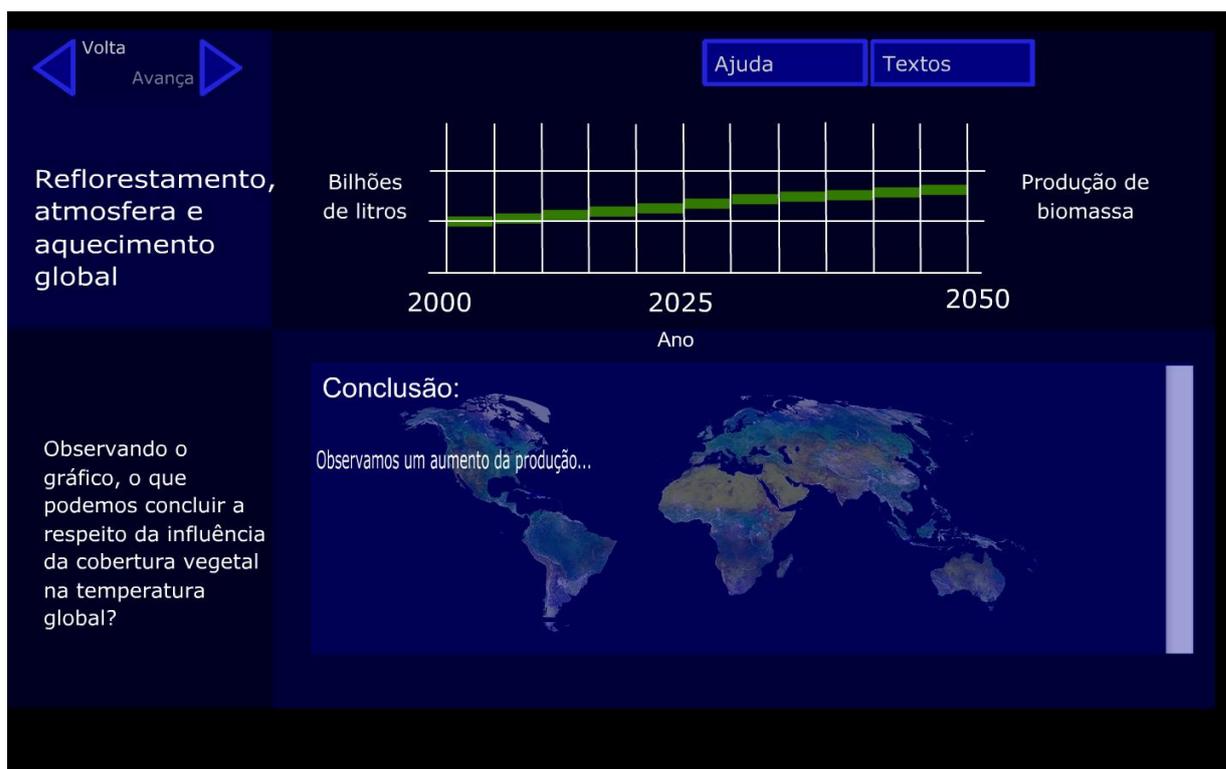
K_b → *Este é coeficiente que ajusta, especificamente, o efeito da cobertura vegetal sobre a temperatura.*

O aumento da concentração de gases de efeito estufa está associado ao aumento da temperatura média global. Isto ocorre por que a luz solar incide na superfície da Terra que a absorve e a reemite em um comprimento de onda maior, o infravermelho, facilmente absorvido pela atmosfera, fazendo aumentar a temperatura. A cobertura vegetal tem a função de bloquear a luz solar, refletindo-a ou realizando fotossíntese.

Pode-se ver que Echer e Souza (2001), mostram a relação matemática exponencial, entre a luz solar e a espessura óptica da atmosfera terrestre, a partir da lei de Beer-Lambert. Fagundes et al (1999) e Pedreira e Pedreira (2007), mostram que as folhas interagem com luz solar de maneira análoga a interação de a luz solar com a atmosfera, relações estas que nos levaram a utilização da equação (1) apresentada anteriormente.

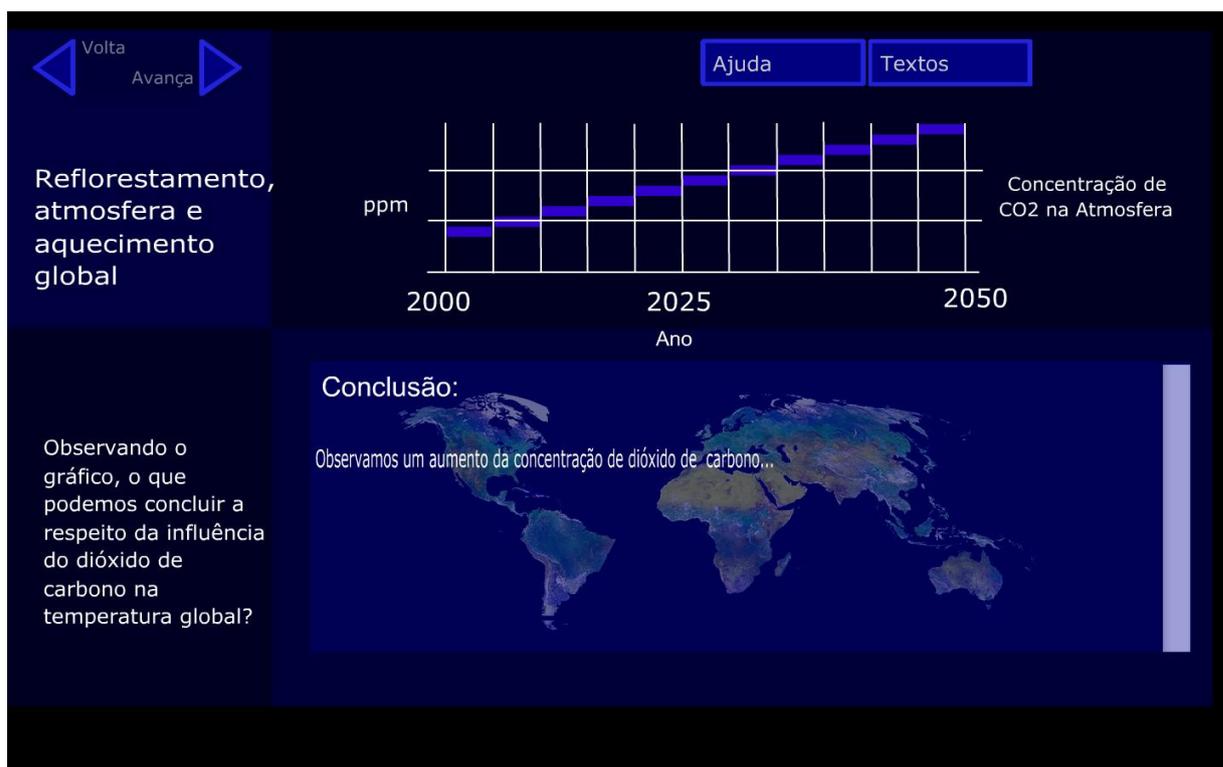
Como o valor da constante K_a foi considerado igual a $0,0003 \text{ ppm}^{-1}$, para ajustar à sensibilidade climática de $3 \text{ }^\circ\text{C}$, a relação exponencial, da temperatura em função dos efeitos de absorção e reflexão, aproxima-se consideravelmente a uma reta, no intervalo definido entre 350 ppm e 425 ppm.

Tela 4.2



Na tela 4.2 pode-se ver a evolução da produção de biomassa em função do tempo. Valores que dependem das escolhas do estudante.

Tela 4.3



Na tela 4.3 pode-se ver a evolução da concentração de CO₂ em função do tempo. O valor na simulação está variando a uma taxa de 1,5 ppm por ano, independente das escolhas do estudante.

Nas telas 4.1, 4.2 e 4.3 avalia-se os estudantes na capacidade de análise, conclusão e síntese. O estudante escreve sua conclusão e envia ao professor e aos colegas, o que facilita a avaliação pelo professor e o diálogo “virtual” entre os colegas.

6.2 - Guia do professor

Introdução

O aquecimento global é um tema importante para ser estudado e compreendido, pois influencia na vida de todos. Os dados sobre a evolução da temperatura revelam-se preocupantes, pois se tem um aumento acentuado dos valores de temperatura para os últimos anos. Precisa-se refletir sobre o assunto e buscar soluções que possam “mitigar”, ou seja, minimizar os efeitos do aumento da temperatura média global.

Os meios de comunicação vêm divulgando tanto notícias sobre o clima, quanto diferentes previsões sobre o futuro do planeta. O estilo de vida atual, com alto consumo de energia, queima de combustíveis fósseis e aumento do desmatamento, colaboram para o aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, o que contribui para o aumento da temperatura global. Esses temas são complexos, mas estão sendo bastante discutidos pela sociedade em geral, por isso sugere-se ao professor que incentive os alunos a utilizarem seus conhecimentos prévios sobre o assunto, pois assim os estudantes podem demonstrar mais interesse em realizar a atividade com o objeto de aprendizagem (OA). Acredita-se que no decorrer da atividade, os conceitos trazidos pelos estudantes vão sendo reelaborados na medida da necessidade, para se atingir os objetivos do OA.

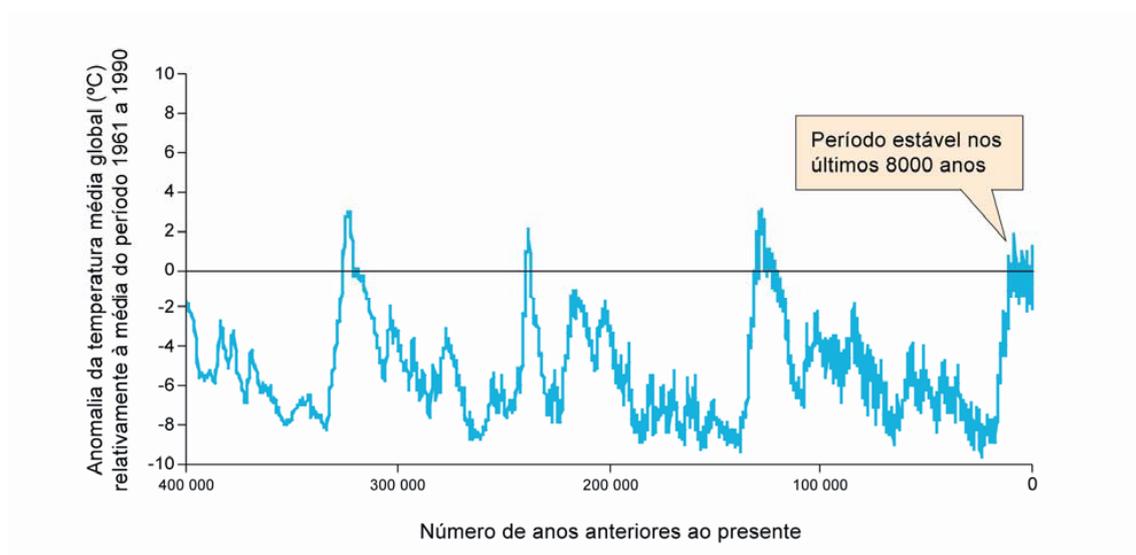
Mesmo que não se possa colocar um ponto final neste assunto, podem-se listar algumas ações positivas e outras negativas, de maneira que ao fazer isto, estar-se-á contribuindo para que os estudantes construam uma consciência sobre

seus e estilos de vida e algumas possíveis consequências de seus atos.

O que se pretende não é esgotar este assunto, mesmo por que o público alvo são estudantes do ensino médio, mas pode-se equacionar alguns aspectos do problema, como por exemplo as variações da concentração de gases de efeito estufa, o reflorestamento, o desmatamento e suas influência na temperatura média do planeta.

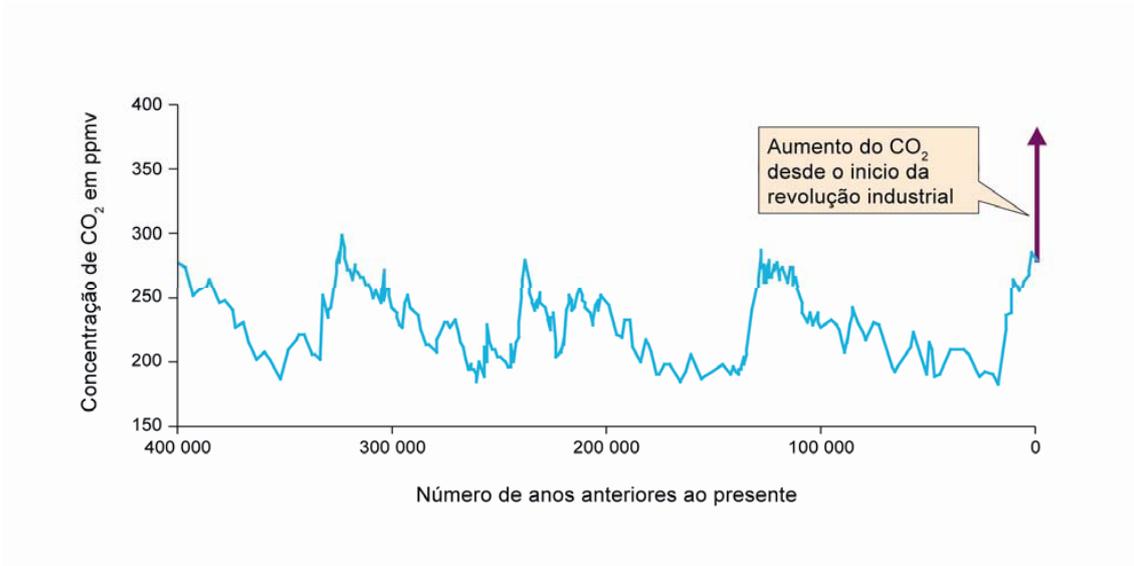
No apêndice 2 tem-se um resumo aonde pode-se ver alguns dados e previsões sobre o clima do planeta, levando em conta alguns possíveis cenários.

Nos gráficos a seguir, vêem-se os valores de temperatura e concentração de CO₂ na atmosfera em função do tempo, para os últimos quatrocentos mil anos. Comparando os dois gráficos pode-se perceber que existe uma relação entre as duas grandezas temperatura e concentração de CO₂.



Fonte: Petit, 1999

Figura 1: Evolução da temperatura média global da baixa atmosfera, representada por meio da anomalia (diferença na temperatura) relativamente à média do período de 1961 a 1990, nos últimos 400.000 anos.



Fonte: Petit , 1999

Figura 2: Evolução da concentração atmosférica de CO₂ nos últimos 400.000 anos. O aumento da concentração do CO₂ a partir da revolução industrial e até o presente está indicado por um vetor aproximadamente vertical devido à escala de tempo utilizada na figura

Echer e Souza (2001), mostram a relação matemática, exponencial, entre a luz solar e a espessura óptica da atmosfera terrestre, a partir da lei de Beer-Lambert. Fagundes et al (1999) e Pedreira e Pedreira (2007), mostram que as folhas interagem com luz solar de maneira análoga a interação de a luz solar com a atmosfera. Relações estas que nos levaram a utilização da equação (1) a seguir, para o cálculo da temperatura média em função de características da atmosfera e da cobertura vegetal.

$$T = T_0 \cdot e^{k_a(f_a - f_b)} \quad (1)$$

Onde:

$$f_a = (350 + 1,5.t) \text{ ppm}$$

$$f_b = (k_b \cdot a/A \cdot 10^6) \text{ ppm}$$

$a \rightarrow$ Área escolhida pelo estudante.

$A \rightarrow$ Área total do planeta.

t → Tempo medido em anos.

K_a → Constante que representa o coeficiente de extinção associado atmosfera e cobertura vegetal.

K_b → Este é coeficiente que ajusta, especificamente, o efeito da cobertura vegetal sobre a temperatura.

Como o valor da constante K_a foi considerado igual a $0,0003 \text{ ppm}^{-1}$, para ajustar à sensibilidade climática de $3 \text{ }^\circ\text{C}$, a relação exponencial, da temperatura em função dos efeitos de absorção e reflexão, aproxima-se consideravelmente a uma reta, no intervalo definido entre 350 ppm e 425 ppm.

A sensibilidade climática de 3°C significa que este seria o acréscimo na temperatura média, caso a concentração de CO_2 dobre de valor, ou seja passe do valor de 350 ppm para 700 ppm, com a temperatura média passando de $16 \text{ }^\circ\text{C}$ para $19 \text{ }^\circ\text{C}$. Considera-se que a concentração de dióxido de carbono CO_2 na atmosfera no ano 2000 teve um valor de 350 ppm.

O aumento da concentração de gases de efeito estufa está associado ao aumento da temperatura média global. Isto ocorre por que a luz solar incide na superfície da Terra que a absorve e a reemite em um comprimento de onda maior, o infravermelho, facilmente absorvido pela atmosfera, fazendo aumentar a temperatura. A cobertura vegetal tem a função de bloquear a luz solar, refletindo-a ou realizando fotossíntese. O coeficiente de reflexão do planeta é também definido como albedo do planeta.

A temperatura média do planeta é calculada a partir da temperatura do ar medida por inúmeras estações meteorológicas ao redor do mundo, atribuindo um peso a cada uma correspondente à área que elas representam; a seguir é calculada a média anual desses valores, levando em conta os diferentes valores ao longo das estações do ano.

Objetivos

- Identificar a situação atual com relação ao clima do planeta.
- Prever uma situação futura, segundo as tendências atuais.
- Conceber e implementar operações que possam influenciar no clima do planeta.
- Relacionar os gases contidos na atmosfera com a temperatura média da Terra.
- Associar o desmatamento e o reflorestamento com o clima do planeta.

Pré-requisitos

Os estudantes devem conhecer os conceitos de temperatura, concentração de substâncias, e noções de coeficientes de reflexão e absorção da luz solar.

Principais conceitos envolvidos

O tema em questão envolve um grande número de conceitos, onde podem-se destacar os principais com sendo: temperatura média da global; concentração de gases de efeito estufa; reflexão e absorção de energia luminosa; reflorestamento, sensibilidade climática.

Tempo previsto para a atividade: 1 a 2 horas aula

Questões para discussão

1- Lembrando das notícias recentes dos meios de comunicação, expresse sua visão crítica sobre: o aumento da temperatura média do planeta; o aumento da concentração de GEE (Gases de Efeito Estufa); o aumento das áreas desmatadas.

Nesta questão procura-se sondar o que os estudantes estão observando sobre o tema através dos meios de comunicação.

2- Qual a relação da temperatura média da Terra e os gases de efeito estufa?

Com esta questão o objetivo é procurar identificar algum conhecimento prévio do estudante. Podendo ser tanto os adquiridos na escola como através da mídia.

Na sala de computadores

Pode-se distribuir de um a dois estudantes por computador.

O professor pode fazer uma breve introdução sobre o assunto, levantando as questões e informações mais importantes para se iniciar a utilização do objeto de aprendizagem.

Durante a atividade o professor deve acompanhar a atuação dos estudantes e interferir quando for solicitado. Sugere-se que o professor interfira o mínimo possível, deixando os estudantes o mais livres possível para discutir entre si e interagir, cada um a sua maneira com o OA.

Material adicional necessário: Lápis e papel para anotações.

Requerimentos técnicos: Necessidade de plugin flash 9 ou superior. Sistema operacional Linux ou Windows.

Questões para discussão e avaliação após a atividade

O professor pode sugerir uma atividade complementar após a utilização do OA. Como por exemplo, visita a sites, assistir filmes, ler um livro e/ou relatórios sobre o clima, etc.

Sugerem-se mais algumas questões para discussão, seguindo a sequência iniciada antes da atividade.

1- Qual a função da cobertura vegetal no clima do planeta?

Nesta questão espera-se, inicialmente, identificar algum conhecimento do senso comum dos alunos sobre a relação das plantas com o clima. Por outro lado espera-se, em função da forma que estudante responder, fazer uma inferência sobre uma possível influência do OA nesta resposta.

2- Qual a relação da latitude com a taxa de fotossíntese, crescimento e produtividade das plantas?

A partir desta questão também se pode verificar a influência que o OA teve na resposta dos estudantes.

3- Que previsão você faria para um futuro a curto, médio e longo prazo, com relação ao clima do planeta?

As questões sobre o aquecimento global são tratadas de diferentes maneiras tanto pela mídia como pelos cientistas. Podem-se observar diferentes vertentes de pensamento, onde se procura observar aqui por quais delas o estudante está sendo influenciado.

4- O que você acha que pode ser feito para garantir a qualidade mínima de vida neste planeta? Dê exemplo de ações governamentais e de ações mais simples presentes na vida de cada um.

Na resposta a esta questão o estudante deve utilizar tudo que aprendeu, através da mídia, através da escola. Espera-se também que estudante, através de sua resposta, explicita a influência que possa ter recebido do OA.

Após realizar a atividade o estudante deverá interpretar os gráficos gerados durante o OA, elaborar uma conclusão relacionando os conceitos envolvidos, que poderá enviar por email para ser avaliado posteriormente pelo professor.

Para saber mais

Pode-se sugerir como atividade complementar a leitura do livro: “Uma verdade inconveniente” Gore (2006), além os relatórios do IPCC sobre o clima. O professor poderá promover um debate na aula seguinte à utilização do OA, onde se pode fazer um aprofundamento maior das reflexões sobre o assunto tratado.

7- Aplicação e análise do objeto de aprendizagem na sala de informática da escola

A aplicação foi realizada em uma escola pública, localizada em Brasília, na Asa Norte, com laboratório de informática desde 1999, tem aproximadamente mil estudantes, com renda familiar de 3 a 10 salários mínimos, onde aproximadamente a metade da comunidade escolar possui computador em casa.

Por ser uma *pesquisa qualitativa*, conforme sugestão de Triviños (2009), a aplicação foi feita com apenas 13 estudantes voluntários, do primeiro e segundo ano do ensino médio, que realizaram a atividade ao mesmo tempo em que respondiam algumas questões, utilizando o objeto de aprendizagem no auxílio das respostas. A atividade teve a duração de uma aula de cinquenta minutos, com uma discussão posterior de mais trinta minutos.

As questões foram formuladas de maneira a permitir que os estudantes verbalizem seus pensamentos e reflexões sobre os assuntos apresentados, sendo um *questionário aberto*, como classifica Triviños (2009). O questionário foi elaborado inicialmente, discutido com o professor de Física, e após alguns ajustes apresentado aos estudantes.

Começou-se com uma sondagem inicial, feita com o diretor da escola, para verificar a utilização ou não dos objetos de aprendizagem (OAs) e o tratamento de temas relacionados ao aquecimento global, como se pode ver a seguir:

Pergunta: A escola vem utilizando novas tecnologias em sala de aula?

Resposta: *A escola já possui laboratório de informática desde 1999, sendo os*

computadores e essas novas tecnologias, incluindo os objetos de aprendizagem, utilizados desde então.

Com isto os alunos já mostram uma familiaridade significativa com a informática e a internet. No momento existem dois laboratórios à disposição dos alunos e professores, um deles com computadores mais novos e outro com computadores mais desgastados pelo uso e com capacidade de processamento inferior.

Foi escolhida a sala com computadores mais antigos, que chegaram à escola em 2003, com o objetivo de testar nosso trabalho em situação mais adversa.

Pergunta: Como vem sendo tratado o tema mudanças climáticas?

Resposta: *O tema mudanças climáticas vem sendo muito divulgado e discutido no dia a dia, mas apesar disso não vem sendo tratado, de maneira específica, na escola.*

Inicialmente, os estudantes se manifestaram como se não soubessem muito sobre o tema, mais ao decorrer da atividade as respostas foram aparecendo naturalmente, o que nos levou a concluir que eles já têm um conhecimento razoável sobre as mudanças climáticas e aquecimento global.

Os estudantes foram escolhidos em três momentos diferentes: o primeiro grupo foi escolhido pelo professor de física, por demonstrarem interesse pelo assunto e pela atividade proposta; o segundo grupo foi escolhido de maneira aleatória também pelo mesmo professor; e um terceiro grupo escolhido na sala de informática em função da curiosidade manifestada livremente, ao procurarem a sala de informática com o interesse de saber o que se passava por lá.

No primeiro caso, os estudantes chegaram à sala de informática com o objeto de aprendizagem já aberto na tela do computador e a partir de uma explicação rápida sobre o funcionamento do OA, realizaram a atividade proposta.

O segundo grupo foi escolhido no pátio da escola em um momento de lazer após a realização de uma prova, este grupo mostrou certa resistência em colaborar com a atividade proposta, mas resolveram colaborar após uma explicação de que se tratava de uma pesquisa sobre informática na educação e que isto seria importante, não só para esta escola, mas de certa forma, para própria educação como um todo.

E o terceiro grupo foi escolhido, sem a interferência do professor de Física da escola, a partir do momento que surgia o interesse dos alunos que passavam no corredor e perguntavam sobre o que estava acontecendo, e após uma pequena explanação sobre a pesquisa, estes voluntariamente se dispuseram a colaborar.

O OA apresentou o problema ao estudante a partir do mapa mundi associado ao valor da temperatura média, com questões sobre o tema mudanças climáticas e um gráfico que vem sendo bastante divulgado, trazendo valores de temperatura e concentração de CO₂ para os últimos 400 mil anos.

Cada estado do problema em questão foi caracterizado pelos valores de concentrações de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, temperatura média global e área reflorestada. Esses valores dependeram de decisões e ações dos estudantes durante a atividade. As escolhas das quantidades em cada período de cinco anos determinam os valores do próximo período

Ao realizar a atividade os estudantes foram gerando os dados que foram analisados no final. Os dados armazenados foram plotados em gráficos de: temperatura em função do tempo, concentração de GEE em função do tempo e cobertura vegetal (reflorestamento) em função do tempo.

Paralelamente à utilização do objeto de aprendizagem foi aplicado o questionário, com questões a partir das quais pôde-se verificar alguns conhecimentos sobre o tema aquecimento global, além do papel que o objeto de aprendizagem desempenhou nas respostas dos estudantes.

As perguntas feitas aos estudantes tiveram o objetivo de verificar se o objeto de aprendizagem desempenhou satisfatoriamente seu papel no auxílio da resolução de um problema.

A seguir apresentam-se as questões, o que se espera com as respostas e as conclusões obtidas pela análise de cada uma.

O questionário inicialmente traz a seguinte instrução: Responda as questões abaixo levando em conta seus conhecimentos sobre o assunto, sem se preocupar com conceitos científicos precisos utilizados em sua argumentação. Instrução esta que tem o objetivo de deixar os estudantes a vontade para responder as questões sem medo de cometer erros.

1- Lembrando das notícias recentes dos meios de comunicação, expresse sua visão crítica sobre: o aumento da temperatura média do planeta; o aumento da concentração de GEE (Gases de Efeito Estufa); o aumento das áreas desmatadas.

Observou-se que o conhecimento trazido pelos estudantes é considerável, mostrando que estão informados sobre a situação atual do clima, dos riscos e até sobre algumas possíveis soluções.

2- Qual a relação da temperatura média da Terra e os gases de efeito estufa?

De uma maneira geral a relação entre gases de efeito estufa (GEE) e a temperatura da Terra é feita pelos estudantes, embora o conceito de efeito estufa apresente algumas limitações. Uma limitação surge do fato de se querer tratar o problema apenas como fenômeno de reflexão, quando se faz necessário levar em

conta também os efeitos de absorção.

3- Qual a função da cobertura vegetal no clima do planeta?

Intuitivamente os estudantes já associam as plantas com temperaturas mais amenas. Observou-se porém que eles valorizaram a relação quantitativa conseguida com a utilização do OA.

4- Qual relação da latitude com a taxa de fotossíntese, crescimento e produtividade das plantas?

Pôde-se verificar aqui um ponto chave, onde cada estudante teve que construir sua estratégia de “mitigação” levando em conta tanto a quantidade de plantas como a posição com relação ao equador, fazendo um planejamento de quando, quanto e onde plantar.

5- Que previsão você faria para um futuro a curto, médio e longo prazo, com relação ao clima do planeta?

Procurou-se aqui descobrir por qual vertente de pensamento os estudantes estão sendo influenciados, observando uma forte tendência pessimista com relação ao clima do planeta para os próximos anos.

6- O que você acha que pode ser feito para garantir a qualidade mínima de vida neste planeta? Dê exemplo de ações governamentais e de ações mais simples presentes na vida de cada um.

Na resposta a esta questão o estudante utilizou tudo que aprendeu, através da mídia, através da escola, além da influência que o OA pôde ter exercido em seu conhecimento. Neste caso a influência da mídia foi favorável, mas é necessário que o professor fique atento para não divulgar métodos fantasiosos de amenização do clima.

Foi pedido ainda para fosse feita uma conclusão sobre o que foi tratado no

OA, com objetivo de analisar a capacidade de síntese dos estudantes e quais as influências nesse processo.

Apesar do tema aquecimento global não estar sendo tratado de maneira explícita e específica, como foi manifestado pelo diretor da escola e pelos professores de física, pode-se considerar que os conceitos trabalhados tradicionalmente nas disciplinas estão favorecendo a rápida compreensão por parte dos estudantes, fato este que foi observado através das respostas as perguntas feitas sobre o tema. Um fato interessante, por exemplo, foi a interpretação dos gráficos no final da atividade, onde os estudantes fizeram uma rápida associação dos valores gerados e plotados, a partir das ações realizadas durante a atividade.

De uma maneira geral foi observado que os estudantes demonstraram uma dificuldade inicial com o tema tratado, mas no decorrer da atividade foram lembrando o que já sabiam, fazendo novas relações e assimilando as idéias discutidas através da dinâmica do objeto de aprendizagem.

Antes de o OA ser apresentado, os estudantes manifestaram algumas dificuldades e certa relutância em enfrentar o problema proposto. Já tendo o OA como um meio de se colocar diante do problema, a postura foi outra, sendo bem mais tranquila e segura, indo aos poucos, através de cada etapa proposta, executando o que se pediu, escolhendo os valores, fazendo as relações existentes entre as grandezas envolvidas, analisando os resultados intermediários, até chegar ao final e elaborar uma conclusão sobre a atividade. Ressaltando ainda que em alguns casos, os estudantes refizeram todo percurso, revendo suas ações, uma ou mais vezes.

A seguir mostra-se um quadro resumindo a avaliação feita sobre a eficácia de nossa intervenção, em função das respostas dos estudantes.

Quadro 2

Questão de pesquisa	Questão para o estudante	Análise
1- o objeto de aprendizagem auxilia na identificação do problema e na previsão de uma situação final?	1- Lembrando das notícias recentes dos meios de comunicação, expresse sua visão crítica sobre: o aumento da temperatura média do planeta; o aumento da concentração de GEE (Gases de Efeito Estufa); o aumento das áreas desmatadas.	Nesta questão procurou-se sondar o que os estudantes estão observando sobre o tema através dos meios de comunicação. Observou-se que o conhecimento trazido pelos estudantes é considerável, mostrando que estão informados sobre a situação atual do clima, dos riscos e sobre algumas possíveis soluções.
2- O objeto de aprendizagem auxilia na organização do problema, subdividindo-o favoravelmente à compreensão dos estudantes e na concepção das operações que possam transformar um estado em outro?	2- Qual a relação da temperatura média da Terra e os gases de efeito estufa?	Nesta questão o objetivo foi descobrir algum conhecimento prévio do estudante. Podendo ser tanto os adquiridos na escola quanto através da mídia. De uma maneira geral a relação entre gases de efeito estufa e a temperatura da Terra é feita pelos estudantes, embora o conceito de efeito estufa apresente algumas limitações. Uma limitação surge do fato de se querer tratar o problema apenas como fenômeno de reflexão, quando se faz necessário levar em conta, principalmente, os efeitos de absorção.
	3- Qual a função da cobertura vegetal no clima do planeta?	Nesta questão esperou-se, inicialmente, descobrir algum conhecimento do senso comum dos alunos sobre a relação das plantas com o clima. Por outro lado pôde-se fazer, uma inferência sobre uma possível influência do OA nesta resposta. Intuitivamente os estudantes já associam as plantas com temperaturas mais amenas. Observou-se porém que os estudantes valorizaram a relação quantitativa conseguida com a utilização do OA.
	4- Qual relação da latitude com a taxa de fotossíntese, crescimento e produtividade das plantas?	A partir desta questão verificou-se mais uma influência que o OA teve na resposta dos estudantes. Pôde-se verificar aqui um ponto chave, onde o estudante teve construir sua estratégia de "Mitigação" levando em conta tanto as plantas como a posição com relação ao equador, fazendo um planejamento de quando e onde plantar.

<p>3- O objeto de aprendizagem motiva e auxilia o estudante a apropriar-se do objetivo proposto, buscando atingi-lo, passando pelos estados intermediários?</p>	<p>5- Que previsão você faria para um futuro a curto, médio e longo prazo, com relação ao clima do planeta?</p>	<p>Procurou-se aqui descobrir que tipo de influência os estudantes estão recebendo. Observou-se que o pensamento dos estudantes está com uma forte tendência pessimista com relação ao o clima no planeta para os próximos anos.</p>
<p>4- O objeto de aprendizagem oferece a oportunidade de o estudante interagir modificando os estados do problema e verificando as concepções adquiridas durante a atividade?</p> <p>5- O objeto de aprendizagem auxilia o estudante a propor soluções reais?</p>	<p>6- O que você acha que pode ser feito para garantir a qualidade mínima de vida neste planeta? Dê exemplo de ações governamentais, e de ações mais simples, presentes na vida de cada um.</p>	<p>Na resposta a esta questão o estudante utilizou tudo que aprendeu, através da mídia, através da escola, além da influência que o OA pôde ter exercido em seu conhecimento. Neste caso a influência da mídia foi favorável, mas é necessário que o professor fique atento para não divulgar métodos fantasiosos de amenização do clima.</p>
	<p>Conclusão</p>	<p>Foi pedido ainda que fosse feita uma conclusão sobre o que foi tratado no objeto de aprendizagem, com objetivo de analisar a capacidade de síntese dos estudantes e quais as influências nesse processo. Na conclusão escrita pelos estudantes foi observado, de uma maneira geral, que eles procuram reunir todo tipo de conhecimento em suas respostas.</p>

No quadro 2, pode-se ver nas colunas: (1) cada princípio associado à resolução de problemas; (2) as questões de pesquisa; (3) as questões para os estudantes; (4) uma análise em função das respostas dos alunos; (5) uma observação feita a partir de fatos ocorridos durante a intervenção.

A análise no feita no quadro 2 teve como subsídio as respostas por escrito dos estudantes, que podem ser vistas no apêndice A, sendo estas dadas de maneira o menos formal possível, dando liberdade para o estudante utilizar seu vocabulário e sem se preocupar com termos científicos.

É difícil saber o que exatamente é influência da atividade com o OA nas respostas, mas o que se pode afirmar é que o OA fez com que os estudantes pensassem sobre assunto, resgatando seus conhecimentos prévios, auxiliando-os

na organização destes e forçando-os extrapolar seus conhecimentos.

Nossa intenção foi verificar como a atividade auxiliou o estudante na sua tarefa de compreensão dos conceitos envolvidos (temperatura média da global; concentração de gases de efeito estufa; reflexão e absorção de energia luminosa; reflorestamento, sensibilidade climática), na construção das relações entre as variáveis envolvidas, na elaboração de uma previsão a respeito das possíveis consequências para o clima do planeta.

Puderam-se destacar algumas características positivas observadas no OA testado com os estudantes, como por exemplo:

- 1- Familiarizar o estudante com os conceitos envolvidos.
- 2- Estabelecer um objetivo a ser atingido.
- 3- Subdividir o problema em subproblemas, ou estados intermediários.
- 4- Facilitar a concepção de ações que transformam um estado intermediário em outro.
- 5- Oferecer uma interatividade que leve a uma reflexão sobre o problema.

8- Conclusões e perspectivas

No contexto da discussão sobre a utilização da informática na educação, concentrou-se a atenção nos objetos de aprendizagem. Investigou-se de que maneira um objeto de aprendizagem influenciou no desempenho do estudante na resolução de um problema.

A análise foi feita a partir das respostas a um questionário com questões de conteúdo, de onde se conclui que a contribuição do OA foi positiva para a aprendizagem dos estudantes, constatando um avanço na apresentação do problema, na explicitação dos objetivos, no resgate dos conhecimentos prévios, na concepção de operações intermediárias que estrategicamente levam o estudante ao objetivo final.

Destacam-se algumas características que podem garantir a qualidade de um OA enquanto recurso didático:

- 1- Apresentar o problema para o estudante de maneira que favoreça a compreensão da situação inicial e das metas a serem atingidas;
- 2- Oferecer ao estudante a possibilidade de subdivisão do problema em situações mais simples, onde possam ser definidas submetas de menor complexidade;
- 3- Instigar o estudante a criar operações que possam transformar um estado intermediário em outro.
- 4- Oferecer uma interatividade amigável e que leve a uma solução do problema.

Sobre a resolução de problemas em si, pôde-se fazer algumas observações:

- 1- A maneira como o problema é apresentado influencia na sua resolução de maneira significativa.

- 2- Os problemas que merecem mais atenção por parte dos educadores são aqueles que não podem ser resolvidos em um único passo, pois deve-se exigir dos estudantes maior raciocínio e conseqüentemente mais aprendizagem;
- 3- As submetas devem ser criadas e estabelecidas pelos próprios estudantes, na medida do possível, expressando suas características individuais;
- 4- Deve-se respeitar o tempo de reflexão de cada estudante, dando liberdade para que cada um possa raciocinar no próprio ritmo.
- 5- O professor deve respeitar a necessidade que cada estudante possa ter de interromper a resolução do problema por um tempo determinado, para que novas operações possam surgir ao se deparar com um obstáculo que aumente a complexidade do problema.

Antes da produção do objeto de aprendizagem como parte desse trabalho, participei como especialista em criação de conteúdo digital de física na equipe de produção do projeto Rived. Dentre os OAs que participo como co-autor, destacam-se alguns que deixo como sugestão: o Teodolito, o raio da Terra, o salto radical, crash-teste e o jogo de vôlei, que estão disponíveis no site do projeto e podem ser utilizados como auxiliares na resolução de problemas.

Como perspectiva, vê-se algumas possibilidades, como por exemplo:

- 1- Realizar uma aplicação com um número maior de OAs.
- 2- Ampliar o próprio OA utilizado, fazendo uma interdisciplinaridade maior, ao se tratar de temas como as diferentes espécies de plantas, a queima de combustíveis, as possíveis formas absorção de CO₂ e o derretimento das calotas polares.
- 3- Buscar um número maior de recursos da informática, incluindo redes sociais, ambientes colaborativos e fóruns, e ambientes de aprendizagem a distância.

Bibliografia:

ACCIOLY, M. I. Táticas da cognição: a simulação e o efeito de real. *Ciência & Cognição*, Vol. 09, Pg. 56-63, novembro, 2006.

AGUIAR, C. E. e LAUDARES, F. Aquisição de Dados Usando Logo e a Porta de Jogos do PC. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 23, no. 4, Dezembro, (2001).

ANDERSON, J. R. *Psicologia cognitiva e Suas Implicações Experimentais*. Quinta Edição. Carnegie Mellon University. Tradução: ALENCAR, D. C. .Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, RJ, 2004.

ANJOS, A. J. S. As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. v. 25, n. 3: p. 569-600, dez. 2008.

ARAUJO, I. S., VEIT, E. A. e MOREIRA, M. A. Atividade de modelagem computacional como auxílio na interpretação de gráficos da cinemática, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 26, nº 2, p. 179-185, 2004.

Computadores e Conhecimento: repensando a educação (pp. 24-44). Campinas, SP:

DE VOS, A. *Endoreversible Thermodynamics of Solar Energy Conversion*, Oxford University Press, 1992. (Alexis De Vos, 1992)

DORNELES, P. F. T., ARAUJO, I. S. e VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio da aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Parte II - circuitos RLC, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, n. 3, 3308 (2008).

ECHER, E. e SOUZA, M. P. A Lei de Beer Aplicada na atmosfera Terrestre, Rev. Bras. Ens. Fis. vol. 23 no.3 São Paulo Sept. 2001.

FAGUNDES, J. L. et al. Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo. Scientia Agricola, v.56, n.4, p1141-1150, out/dez. 1999.

FIGUEIRA, J. S. e VEIT, E. A. Usando o Excel para medidas de intervalo de tempo no laboratório de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 3, p. 203 - 211, (2004).

FIOLHAIS, C. e TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 3, Setembro, (2003).

GORE, A. Uma verdade inconveniente – O que devemos saber (e fazer) sobre o aquecimento global; tradução: Isa Mara Lando. Barueri – SP; editora: Manole; 2006.

HANSEN, J. Revista Scientific American - Brasil, “A bomba-relógio do aquecimento global. Deter o processo requer cooperação internacional urgente e sem precedentes”, alerta para a gravidade da situação que vivemos com relação ao clima do planeta, 2004.

LEARNING OBJECTS METADATA WORKGROUP (2002). [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>. Arquivo capturado em 25 de Junho de 2009.

MEDEIROS, A. e MEDEIROS, C. F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, no. 2 Junho, (2002).

NASCIMENTO, A. C. e MORGADO, E. Um projeto de colaboração Internacional na América Latina - (2003). [online] Disponível na Internet via WWW. URL:

<http://rived.mec.gov.br/artigos/rived.pdf> . Arquivo capturado em 25 de março de 2008.

NEWELL, A. e SIMON, H. A. Computer Simulation of Human Thinking. A Theory of problem solving expressed as a computer program permits simulation of thinking processes. Science, News Series, Vol. 134, N° 3495, (1961).

NEWELL, A. e SIMON, H. A. human Problem Solving. The state of the theory in 1970. Carnegie-Mellon University, (1970) [online] Disponível na Internet via WWW.

URL:

<http://shelf1.library.cmu.edu/cgi-bin/tiff2pdf/newell/box00018/flid01306/bdl0001/doc0001/newell.pdf>. Arquivo capturado em 25 de Maio de 2010.

NUNES, C. A. A. , CAMPOS, F. A. e PORTELA, S. I. C. Produção de módulos de Física no projeto Rived - (2003) - XV Simpósio Nacional de Ensino de Física. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://rived.mec.gov.br/artigos/fisica.pdf> . Arquivo capturado em 25 de março de 2008.

PACHAURI, R. K. e REISINGER, A. – IPCC -: Cambio climático 2007: Informe de síntese.Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza, (2007).

PAPERT, S. Does Easy Do It? Children, Games, and Learning. Game Developer magazine,1998. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.papert.org/articles/Doeseasydoit.html>. Arquivo capturado em 22 de Junho de 2009.

PAPERT, S. Diversity in Learning: A Vision for the New Millennium, 1999. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.papert.org/articles/diversity/DiversityinLearningPart1.html>. Arquivo capturado em 22 de Junho de 2009.

PEDREIRA, B. C. e PEDREIRA, C. G. S. Fotossíntese foliar do capim-xaraés [Brachiaria brizantha (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] e modelagem da assimilação potencial de dosséis sob estratégias de pastejo rotativo. R. Bras. Zootec., v.36, n.4, p.773-779, 2007

PESSOA, A. B. A informática como instrumento mediador do ensino de química aplicada na formação inicial dos professores. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências. Universidade de Brasília, 2007.

PETIT, J. R. et al. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. Nature 399, 429-436, 1999.

RAMPINELLI, M. e FERRACIOLI, L. Estudo do fenômeno de colisões através da modelagem computacional quantitativa. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Vol. 23, nº 1: p. 93-122, abr. 2006.

RIVED - REDE INTERATIVA VIRTUAL DE EDUCAÇÃO – (2003). [online] Disponível na Internet via WWW. URL: http://rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php . Arquivo capturado em 06 de Dezembro de 2008.

SALES, G. L. et al. Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântico. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 3, 3501 (2008).

SANTANCHÈ, A e TEIXEIRA, C. A. C. Anima: Sistema para integração de Objetos Educacionais. Artigo publicado no SBIE 2000, Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Novembro de 2000.

SOBRINHO, F. J. C. Análise de livros didáticos do nível médio quanto a potencialidade para possível aprendizagem Significativa. Dissertação de Mestrado em Física Ambiental. Universidade Federal do Mato Grosso. 2009.

SWAMINATHAN, N. “Mais árvores, menos aquecimento global, certo? Não

exatamente. Uma simulação de 150 anos do desmatamento em todo o mundo descobre que as florestas tropicais são escoadouros de carbono e que as florestas boreais contribuem para o aquecimento”; 2007.

TAROUCO, L. M. R. , FABRE, M. C. J. M. e TAMUSIUNAS, F. R. Reusabilidade de objetos educacionais. Revista Novas Tecnologias na Educação. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED-UFRGS). Vol. 1, nº 1, 2003.

TONÉIS, C. N. e PETRY, L. C.. Experiências matemáticas no contexto de jogos eletrônicos. Ciência & Cognição, Vol. 13, Pg. 300-317, dezembro, 2008.

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à Pesquisa Qualitativa em Ciências Sociais, A pesquisa Qualitativa em Educação. São Paulo, Editora Atlas S.A, 2009.

VALENTE, J. A. Por Quê o Computador na Educação? In: Valente, J. A. (org.).Computadores e Conhecimento: repensando a educação. Campinas/SP: Gráfica Central da UNICAMP, 1993.

VALENTE, J. A. Mudanças na Sociedade, Mudanças na Educação: o fazer e o compreender. Ministério da Educação. O Computador na Sociedade do Conhecimento. Coleção Informática na Educação – Programa Nacional de Informática na Educação. Brasília, 1999.

YAMAMOTO, I. e BARBETA, V. B. Simulações de Experiências como Ferramenta de Demonstração Virtual em Aulas de Teoria de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 23, nº. 2, Junho, 2001.

Apêndice A

Tem-se a seguir os questionários respondidos pelos estudantes, na sua íntegra. Alguns feitos individualmente e outros em grupo.

Os estudantes tiveram completa liberdade para responder, utilizando palavras do seu vocabulário, expressando suas opiniões, sem se preocupar com certo ou errado, onde nossa preocupação foi observar em que pontos que as resposta tiveram influências de nosso material didático, o objeto de aprendizagem.

1- Lembrando das notícias recentes dos meios de comunicação, expresse sua visão crítica sobre: o aumento da temperatura média do planeta; o aumento da concentração de GEE (Gases de Efeito Estufa); o aumento das áreas desmatadas.

Nesta questão procurou-se sondar o que os estudantes estão observando sobre o tema através dos meios de comunicação.

2- Qual a relação da temperatura média da Terra e os gases de efeito estufa?

Com esta questão o objetivo é procurar identificar algum conhecimento prévio do estudante. Podendo ser tanto os adquiridos na escola como através da mídia.

3- Qual a função da cobertura vegetal no clima do planeta?

Nesta questão espera-se, inicialmente, identificar algum conhecimento do senso comum dos alunos sobre a relação das plantas com o clima. Por outro lado

espera-se, em função da forma que estudante responder, fazer uma inferência sobre uma possível influência do OA nesta resposta.

4- Qual relação da latitude com a taxa de fotossíntese, crescimento e produtividade das plantas?

A partir desta questão já se pode verificar a influência que o OA teve na resposta dos estudantes.

5- Que previsão você faria para um futuro a curto, médio e longo prazo, com relação ao clima do planeta?

As questões sobre o aquecimento global são tratadas de diferentes maneiras tanto pela mídia como pelos cientistas. Podem-se observar diferentes vertentes de pensamento, onde se procura observar aqui por quais delas o estudante está sendo influenciado.

6- O que você acha que pode ser feito para garantir a qualidade mínima de vida neste planeta? Dê exemplo de ações governamentais e de ações mais simples presentes na vida de cada um.

Na resposta a esta questão o estudante deverá lançar mão de tudo que aprendeu, através da mídia, através da escola. Espera-se também que estudante, através de sua resposta, explicita a influência que possa ter recebido do OA

Após realizar a atividade o estudante deverá interpretar os gráficos gerados durante o OA, elaborar uma conclusão relacionando os conceitos envolvidos, que poderá enviar por email para ser avaliado posteriormente pelo professor.

A seguir têm-se as respostas dos estudantes.

Grupo 1

Tarefa realizada em grupo de 3 alunos.

Responda as questões abaixo levando conta seus conhecimentos sobre o assunto, sem se preocupar com conceitos científicos precisos utilizados em sua argumentação.

1- Lembrando das notícias recentes dos meios de comunicação, expresse sua visão crítica sobre: o aumento da temperatura média do planeta; o aumento da concentração de GEE (Gases de Efeito Estufa); o aumento das áreas desmatadas.

R: Com os gases do efeito estufa, a temperatura média do planeta aumenta a cada dia. As áreas desmatadas também aumentam, com a destruição causada pelo ser humano.

2- Qual a relação da temperatura média da Terra e os gases de efeito estufa?

R: Um dos fatores que ajudam a aumentar a temperatura média da Terra, é a liberação de gases poluentes como, por exemplo, os gases liberados pelo efeito estufa.

3- Qual a função da cobertura vegetal no clima do planeta?

R: A cobertura vegetal é algo essencial para que o clima no planeta fique mais ameno, com mais árvores no planeta o clima fica melhor para o ser humano, ou seja mais fresco.

4- Qual relação da latitude com a taxa de fotossíntese, crescimento e produtividade das plantas?

R: Na região onde se recebe mais sol e água a produtividade será maior, o crescimento e a fotossíntese também, pois esses são os fatores necessários para a sobrevivência de uma planta, um dos lugares aonde há maior produtividade são as áreas próximas a linha do Equador.

5- Que previsão você faria para um futuro a curto, médio e longo prazo, com relação ao clima do planeta?

R: Aos poucos a temperatura muda, que conseqüentemente causa uma diferença no clima. Daqui a algum tempo as conseqüências aumentaram, ou seja, quanto mais longo o prazo piores serão as conseqüências, aumentando a temperatura.

6- O que você acha que pode ser feito para garantir a qualidade mínima de vida neste planeta? Dê exemplo de ações governamentais e de ações mais simples presentes na vida de cada um.

R: Para uma melhor qualidade de vida, a conscientização das pessoas é essencial para que esse problema seja amenizado. Exemplos de atitudes simples que as pessoas podem tomar: Reciclar, reutilizar, e reestruturar o meio ambiente. Uma atitude governamental seria: implantação de árvores.

CONCLUSÃO: Concluímos que as temperaturas do planeta estão subindo a cada dia mais, que existem áreas em que a produtividade das plantas é maior.

Grupo 2

Tarefa realizada em grupo de 2 alunos

Responda as questões abaixo levando conta seus conhecimentos sobre o assunto, sem se preocupar com conceitos científicos precisos utilizados em sua argumentação.

1- Lembrando das notícias recentes dos meios de comunicação, expresse sua visão crítica sobre: o aumento da temperatura média do planeta; o aumento da concentração de GEE (Gases de Efeito Estufa); o aumento das áreas desmatadas.

R: A temperatura média está só aumentando. prejudicando a vida de todos.

2- Qual a relação da temperatura média da Terra e os gases de efeito estufa?
os gases absorvem muita energia fazendo com que o planeta aqueça muito.

3- Qual a função da cobertura vegetal no clima do planeta?

R: As matas protegem os rios, evitando que o calor aqueça a água dos rios fazendo que a água vaporize.

4- Qual relação da latitude com a taxa de fotossíntese, crescimento e produtividade das plantas?

R: Para as arvores terem uma boa condição de sobrevivência ela precisa de água, luz e um bom solo e uma latitude entre os trópicos tem tudo isso.

5- Que previsão você faria para um futuro a curto, médio e longo prazo, com relação ao clima do planeta?

R: Se continuarmos poluindo assim o nosso planeta não vai suportar e vamos viver muito pouco, pois a natureza esta se revoltando e esta descontrolada.

6- O que você acha que pode ser feito para garantir a qualidade mínima de vida neste planeta? Dê exemplo de ações governamentais e de ações mais simples presentes na vida de cada um.

R: Menos desmatamento e menos gasto de água seria tudo para garantir uma boa qualidade de vida no planeta.

CONCLUSÃO: Temos que ter mais consciência e parar de destruir o nosso planeta estamos praticamente destruído nossa casa, e nos suicidando.

Grupo 3

Tarefa realizada individualmente. O estudante concordou em colaborar, utilizando individualmente o OA mas preenchendo apenas a conclusão.

Conclusão: Não tem como impedir o aumento da temperatura global, mas ainda tem controlar esse aumento muito acelerado diminuindo o índice de desmatamento mundial reflorestando os locais que tem boas condições climáticas.

Grupo 4

Tarefa realizada em grupo de 4 alunos. Este grupo respondeu as perguntas contidas no próprio OA. São diferentes do questionário utilizado, mas as respostas dos estudantes são úteis para a análise.

1- Quais serão os fatores que determinam esta eficiência?

R: A linha do equador e sua temperatura

2- Dos países que pertencem a esta faixa, quais deles você escolheria para investir?

R: Brasil, África e região da Oceania

3- Qual o papel do Brasil neste cenário?

R: O Brasil tem a sua maior área perto da linha do equador e tem uma área muito grande para se plantar.

Conclusão: Pode-se concluir que mais perto da linha do equador a produtividade, é melhor devido a quantidade de sol que bate lá ser menor, também que quanto mais árvores menor a temperatura, e que países tais como Brasil, África e ali na área da Oceania, são melhores para a produção.

Grupo 5

Tarefa realizada individualmente. O estudante concordou em colaborar, utilizando

individualmente o OA mas preenchendo apenas a conclusão.

Conclusão: Podemos concluir que devemos plantar arvores de acordo com a latitude ,plantando próximos a linha do equador,plantando arvores,teremos mais sombras e ajudando mais o nosso planeta terra.

Grupo 6

Tarefa realizada individualmente. O estudante concordou em colaborar, utilizando individualmente o OA mas preenchendo apenas a conclusão.

CONCLUSÃO: Os índices de carbono na atmosfera se tornarão insuportáveis caso não forem adotadas medidas de diminuição da emissão desse gás poluente tão prejudicial á saúde e ao meio ambiente.

Grupo 7

Tarefa realizada individualmente.

Responda as questões abaixo levando conta seus conhecimentos sobre o assunto, sem se preocupar com conceitos científicos precisos utilizados em sua argumentação.

1- Lembrando das notícias recentes dos meios de comunicação, expresse sua visão crítica sobre: o aumento da temperatura média do planeta; o aumento da concentração de GEE (Gases de Efeito Estufa); o aumento das áreas desmatadas.

R: A temperatura do planeta está subindo cada vez mais graças as fábricas,queimadas e etc.O desmatamento tem crescido muito porque as pessoas não reflorestam a área desmatada.

2- Qual a relação da temperatura média da Terra e os gases de efeito estufa?

R: A falta do equilíbrio do efeito estufa está aumentando a temperatura média da Terra.

3- Qual a função da cobertura vegetal no clima do planeta?

R: Quanto mais árvores, menor a temperatura.

4- Qual relação da latitude com a taxa de fotossíntese, crescimento e produtividade das plantas?

R: Próximo de equador.

5- Que previsão você faria para um futuro a curto, médio e longo prazo, com relação ao clima do planeta?

R: A previsão seria aumentar cada vez mais a temperatura da terra.

6- O que você acha que pode ser feito para garantir a qualidade mínima de vida neste planeta? Dê exemplo de ações governamentais e de ações mais simples presentes na vida de cada um.

R: Reflorestamento e nas áreas urbanas surgisse uma lei que exija que em tantos metros quadrados houvesse tantos % de vegetação e nas áreas que ainda não estão desmatadas virassem reservas ecológicas.

Apêndice B

Mudanças Climáticas

1 - Introdução

Este é um resumo que traz os dados sobre temperatura e concentração de CO₂ na atmosfera, relativos aos últimos quatrocentos mil anos, além das projeções para evolução destes valores para os próximos trezentos anos, traçando possíveis cenários e fazendo uma reflexão sobre as maneiras de enfrentar o problema do aquecimento global.

O objetivo aqui é oferecer ao professor um resumo dos dados e das interpretações feitas por pesquisadores reconhecidos na área. O ponto de partida adotado são os valores mostrados por Petit et al. (1999) conseguidos através núcleo do gelo extraído na estação russa de Vostok, no centro leste da Antártida.

Em seguida analisam-se algumas projeções feitas pelo IPCC. Onde podem-se ver alguns possíveis cenários para um futuro de até trezentos anos à frente dos dias de hoje.

No final busca-se uma reflexão sobre o que pode ser feito para enfrentar o problema do aquecimento global, adaptar e/ou buscar maneiras de mitigar, ou seja, minimizar os efeitos das mudanças climáticas.

2 - Dados

Nos gráficos a seguir, têm-se os valores de temperatura e concentração de CO₂ na atmosfera para os últimos quatrocentos mil anos. Comparando os dois gráficos pode-se observar uma relação entre as duas grandezas: temperatura e concentração de CO₂.

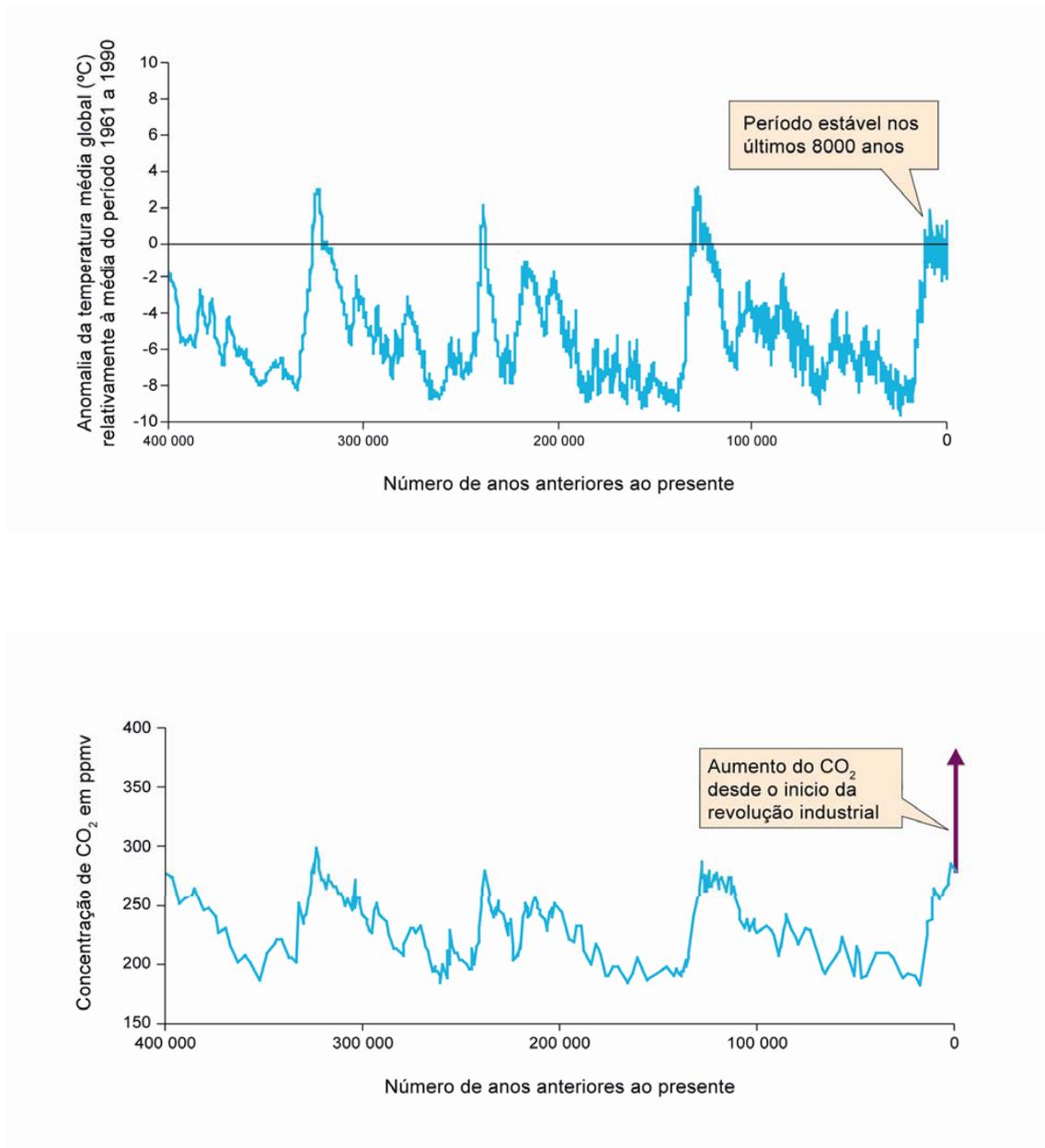


Figura 1: Gráfico da evolução da temperatura média global da baixa atmosfera, representada por meio da anomalia (diferença na temperatura) relativamente à média do período de 1961 a 1990, e da concentração atmosférica do CO₂ nos últimos 400.000 anos

(Petit, 1999). Repare na correlação que se observa entre os dois registos. O aumento da concentração do CO₂ a partir da revolução industrial e até o presente está indicado por um vetor aproximadamente vertical devido à escala de tempo utilizada na figura

Fonte, Petit et al., 1999

No gráfico abaixo, com a escala logarítmica para o tempo anterior ao ano 2000. Pode-se observar a partir de dez mil anos atrás (surgimento da agricultura) um aumento na média da temperatura, que vem mantendo-se como tendência e acentua-se a partir da primeira revolução industrial.

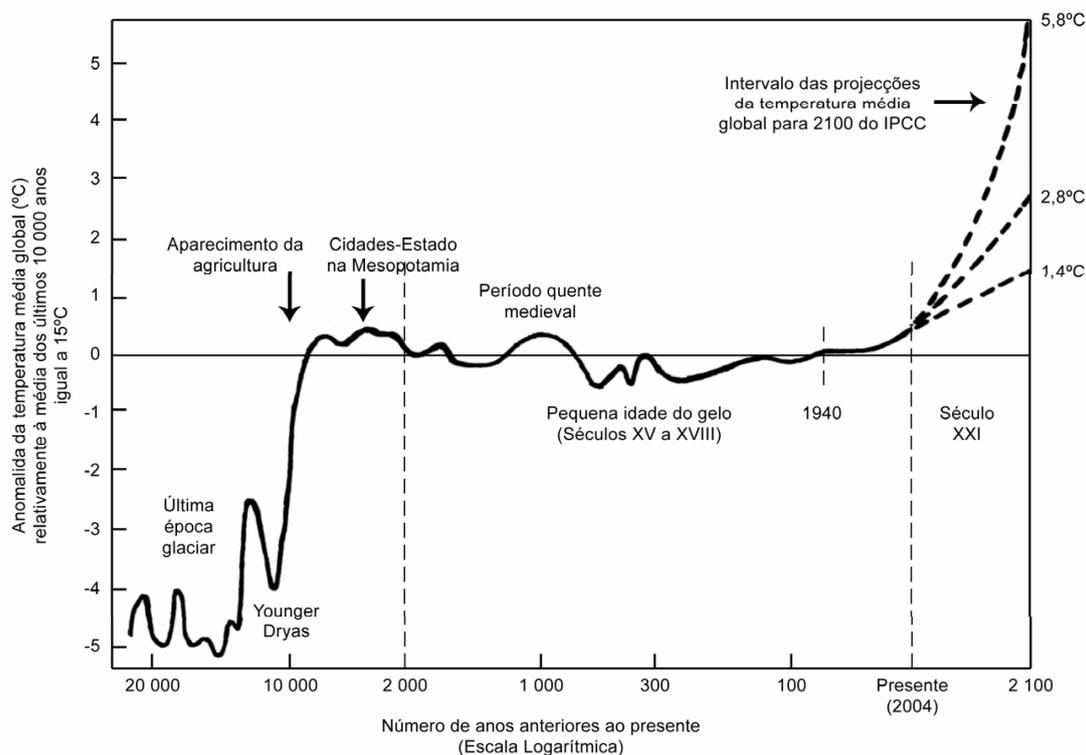


Figura 2: Este gráfico foi elaborado por “Climate Change in Portugal: Scenarios, Impacts, and Adaptation Measures” – SIAM. O objetivo do projeto é fazer uma avaliação integrada dos impactos e medidas de adaptação às alterações climáticas.

Fonte, SIAM

3 - Projeções

“As concentrações de CO₂ na atmosfera foram estimados em 379 ppm em 2005. A melhor estimativa da concentração total de CO₂-eq em 2005 para todos os GEEs de longa permanência é de aproximadamente 455 ppm, enquanto o valor correspondente, incluindo o efeito líquido de todos os agentes antropogênicos, é de 375 ppm de CO₂-eq. ... Segundo projeções, a longo prazo a expansão térmica irá resultar em um aumento de entre 0,2 e 0,6 m no nível do mar, por cada grau Celsius de aquecimento global média superior a pré-níveis industriais.”

IPCC (2007)

Por dióxido de carbono equivalente (CO₂-eq) de um determinado gás, ou conjunto de gases, entende-se a concentração de CO₂ que causaria o mesmo efeito sobre o clima.

Pode-se ver a abaixo algumas projeções para cenários futuros para o clima no planeta.

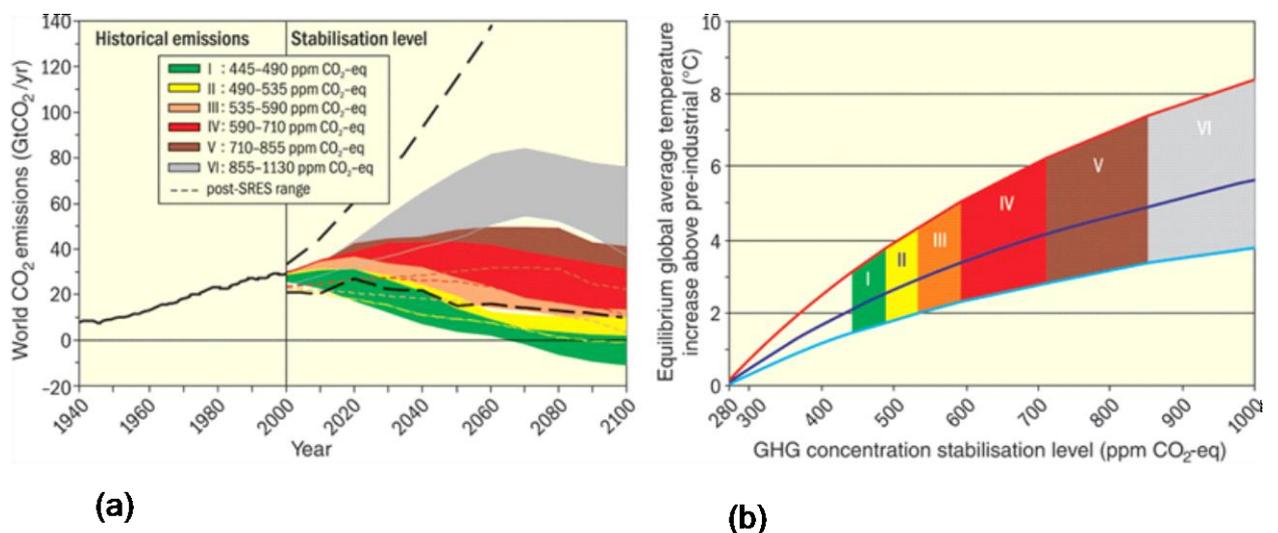


Figura 3- As emissões globais de CO₂ para o período 1940-2000 e os intervalos de valores de emissão para as categorias de cenários de estabilização vão de 2000 a 2100, figura 3

(a), e da relação correspondente entre a meta de estabilização e o provável aumento na temperatura média global em condições de equilíbrio em níveis acima dos pré-industriais, figura 3 (b). A evolução para o ponto de equilíbrio pode demorar vários séculos, especialmente em cenários com níveis mais elevados de estabilização. As áreas coloridas representam os cenários de estabilização agrupados de acordo com diferentes objetivos (categorias de estabilização de I a VI).

IPCC (2007)

A figura 3 (b) mostra a variação dos valores médios da temperatura mundial (quanto a temperatura variou com relação ao nível pré-industrial) com base em:

- i) uma sensibilidade climática de 3 ° C, segundo a "melhor estimativa" (linha central preta mediando a região sombreada),
- ii) um limite superior do intervalo provável de sensibilidade climática de 4,5 ° C (linha vermelha no contorno superior da região sombreada),
- iii) um limite inferior da faixa provável de sensibilidade climática de 2 ° C (linha azul abaixo da região sombreada).

As linhas pretas tracejadas do gráfico da figura 3 (a) representam a variedade de cenários de referência recentes, publicados desde o SRES, 2000 (Special Report on Emissions Scenarios – IPCC). Os intervalos das emissões de cenários de estabilização incluem cenários Multi-gás e comparados com o cenário que considera apenas o CO₂.

Na figura 4 a seguir tem-se um gráfico com os possíveis valores para concentração de CO₂ para os próximos cem anos.

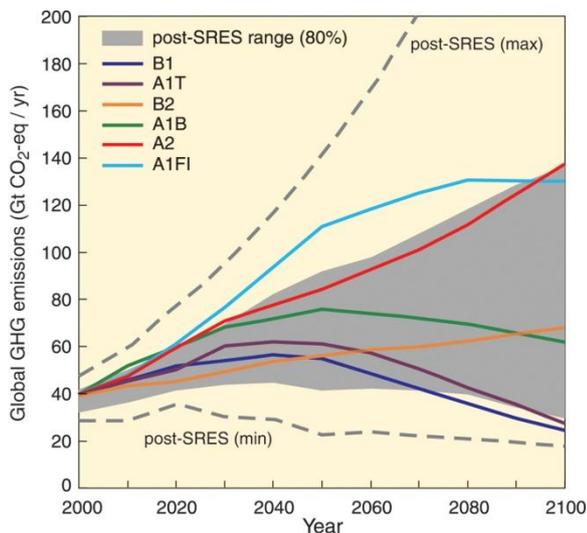


Figura 4. “As emissões globais de GEE (em Gt de CO₂-eq por ano), na ausência de políticas climáticas adicionais: seis exemplos de cenários SRES. Apreciação (linhas coloridas) e percentual 80% de cenários recentes, publicados após a publicação do SRES, 2000 (pós-SRES) (área sombreada cinza). As linhas tracejadas indicam a gama de cenários pós-SRES. Incluindo as emissões de gás CO₂, CH₄ e N₂O. e os gases-F.”.

IPCC (2007)

No gráfico da figura 5 a seguir têm-se os valores de temperatura previstos para os próximos cem anos, levando em conta os diferentes cenários.

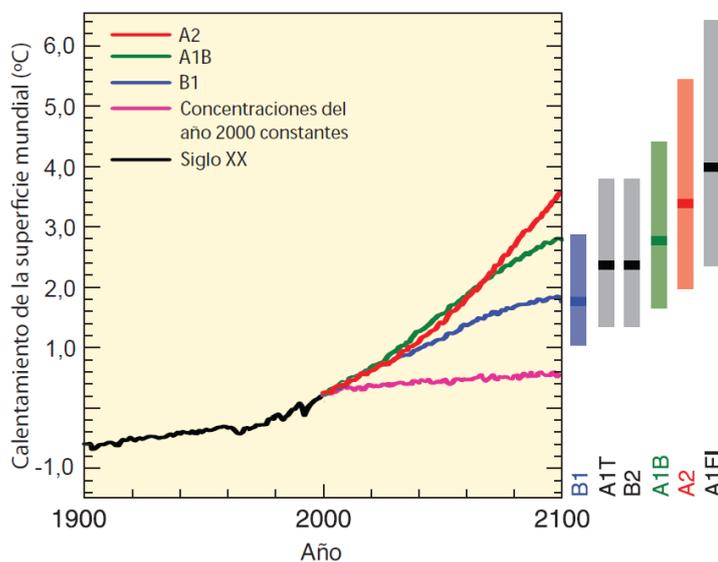


Figura 5 “As linhas contínuas representam as média mundial para o aquecimento global da superfície (para o período 1980-1999) para os cenários A2, A1B e B1, representou uma continuidade das simulações do século XX. A linha laranja descreve um experimento onde a concentração se manteve constante em 2000. As barras do centro da figura representam a melhor estimativa (linha transversal interior) e do intervalo de valores prováveis para os seis cenários SRES de depósito no período de 2090-2099 para 1980-1999. A melhor estimativa e os intervalos prováveis representados por barras incluem Modelos de Circulação Geral Atmosfera-Oceano (AOGCM)”.

IPCC (2007).

Categoría	Concentración de CO ₂ en el punto de estabilización (2005 = 379 ppm) ^{b)}	Concentración de CO ₂ -equivalente en el punto de estabilización, incluidos los GEI y aerosoles (2005 = 375 ppm) ^{b)}	Año de magnitud máxima de emisiones de CO ₂ ^{a,c)}	Variación de las emisiones de CO ₂ mundiales en 2050 (porcentaje del nivel de emisiones de 2000) ^{a,c)}	Promedio mundial del aumento de la temperatura respecto de los niveles preindustriales en condiciones de equilibrio, basándose en una “estimación óptima” de la sensibilidad climática ^{d), e)}	Promedio mundial del aumento de nivel del mar respecto del nivel preindustrial en condiciones de equilibrio por dilatación térmica únicamente ^{f)}	Número de escenarios evaluados
	ppm	ppm	Año	Porcentaje	°C	Metros	
I	350 – 400	445 – 490	2000 – 2015	-85 y -50	2,0 – 2,4	0,4 – 1,4	6
II	400 – 440	490 – 535	2000 – 2020	-60 y -30	2,4 – 2,8	0,5 – 1,7	18
III	440 – 485	535 – 590	2010 – 2030	-30 y +5	2,8 – 3,2	0,6 – 1,9	21
IV	485 – 570	590 – 710	2020 – 2060	+10 y +60	3,2 – 4,0	0,6 – 2,4	118
V	570 – 660	710 – 855	2050 – 2080	+25 y +85	4,0 – 4,9	0,8 – 2,9	9
VI	660 – 790	855 – 1130	2060 – 2090	+90 y +140	4,9 – 6,1	1,0 – 3,7	5

Quadro 1. Características dos cenários de estabilização, as temperaturas médias globais, resultando em equilíbrio em longo prazo, e um componente do aumento do nível do mar, unicamente pela expansão térmica.

IPCC (2007)

A Concentração de CO₂ equivalente é utilizada para quantificar a influência dos gases do efeito estufa (GEEs) usando como parâmetro o CO₂. Os 7 gases, dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), clorofluorcarbonetos (CFCs), hidrofúorcarbonetos (HFCs), perfluorcarbonetos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF₆), considerados causadores do efeito estufa possuem potenciais de poluição diferentes. O cálculo do CO₂-eq leva em conta essa diferença e é resultado

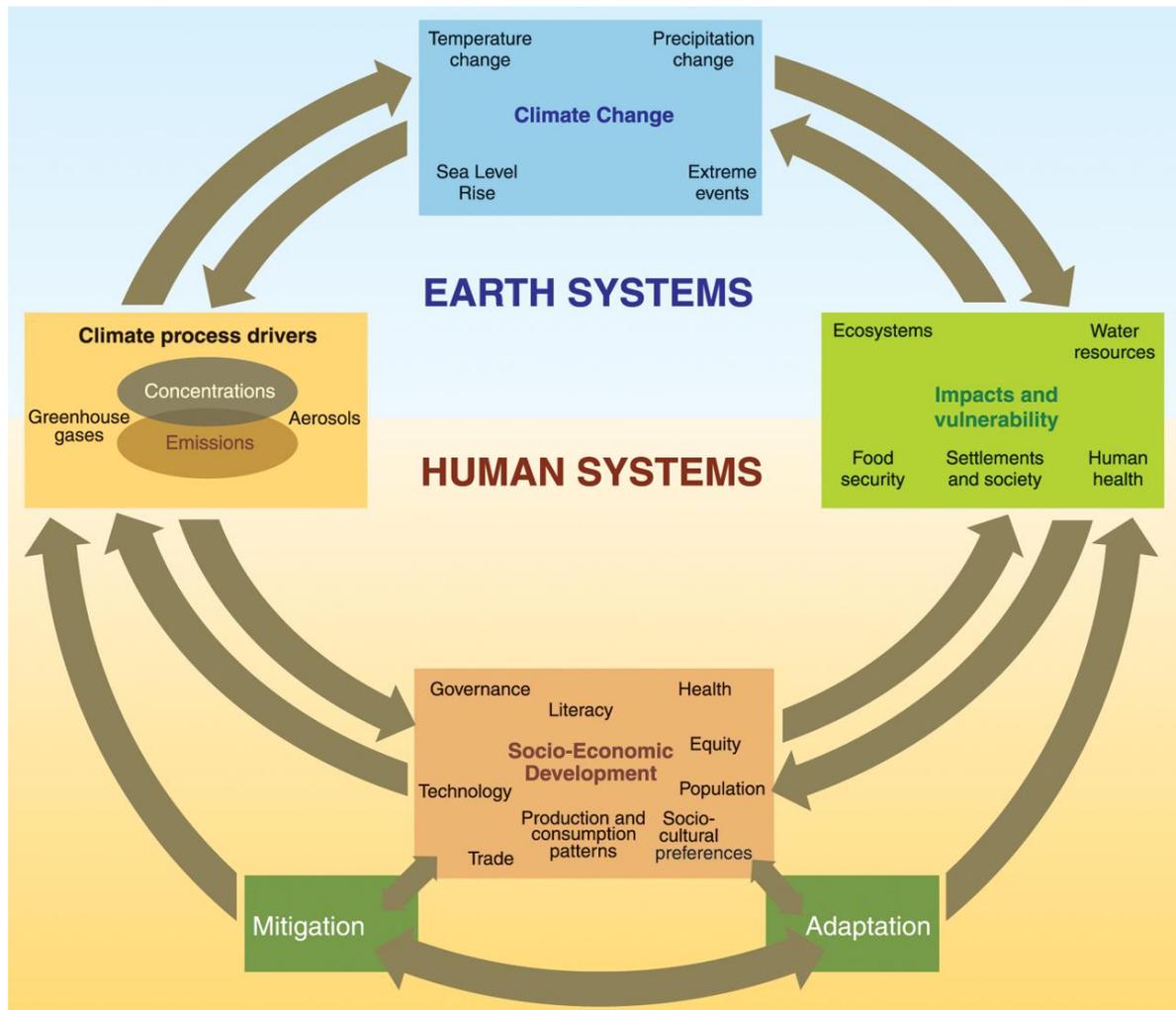
da multiplicação das emissões de um determinado GEE pelo seu potencial de aquecimento global.

A Sensibilidade Climática é uma estimativa do que ocorreria com a temperatura global caso as concentrações mundiais de gás carbônico dobrassem em relação às observadas antes da Revolução Industrial, pode ser definida ainda para o conjunto dos gases de efeito estufa.

4- Conclusão

Fazendo uma reflexão sobre os fatores que influenciam no clima do planeta pode-se concluir que muito pode ser feito no sentido de mitigar os efeitos do aquecimento global.

Como por exemplo: reflorestar, diminuir o uso de combustíveis fósseis, reciclar, etc.



IPCC (2007)

O esquema acima permite visualizar os fatores que estão envolvidos na problemática das mudanças climáticas. A principal reflexão que se deve fazer é sobre a influência das ações antropogênicas sobre o clima do planeta e tomar consciência do papel de cada um neste cenário.

Bibliografía:

IPCC, 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

PETIT, J. R. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature* 399, 429-436, 1999.

SIAM "Climate Change in Portugal: Scenarios, Impacts, and Adaptation Measures". Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.siam.fc.ul.pt/siam.html>. Arquivo capturado em 23 de março de 2008.

SRES, Special Report on Emissions Scenarios – IPCC, Working Group III (WGIII) plenary session in March, 2000.