

Uma Relação Entre a Teoria Gaia, o Aquecimento Global e o Ensino de Ciências

ALEXANDRE DACORSO DALTRO MILAZZO¹ e ANDERSON ABBEHUSEN FREIRE DE CARVALHO²

1Grupo de pesquisa em História, Filosofia e Ensino de Ciências Biológicas/UFBA (alexandremilazzo@yahoo.com.br)

2Centro de Ecologia e Conservação Animal/UCSAL

Resumo: A teoria Gaia foi divulgada no início da década de 1970 pelo cientista inglês James Lovelock. Esta teoria propõe um sistema cibernético que mantém o ambiente físico-químico da Terra sempre em ótimas condições para a existência de vida no planeta. Atualmente este sistema está em desequilíbrio e o homem é, sem dúvida, a causa para isso. Como conseqüências estão acontecendo fenômenos fora da normalidade em todo o planeta, e um desses fenômenos é o conhecido aquecimento global. Neste artigo, analisamos como o aquecimento global e a teoria Gaia estão associados e ainda propomos a utilização destes dois assuntos como parte integrante do processo de educação e ensino de ciências. A partir disso concluímos que esses dois temas têm uma importante contribuição para ajudar a entender os problemas ambientais atuais.

Abstract: In beginning of 1970 the English scientist James Lovelock proposed the Gaia Theory. This ecological hypothesis basically consists in a cybernetic system that keeps continuously the physicochemical environment of the Earth in good conditions. According to this theory, this system is currently in disequilibrium because of humans and their activities. Consequently to those perturbations, numerous phenomena are occurring through the planet like, for example, the famous global warming. In this paper, we analyze how the global warming and the Gaia theory can be associated, especially by the way of two themes in the processes of education and science teaching. We propose that this could be part of an educational program because it represents an important contribution for better understanding future environmental issues.

Palavras-chave: teoria Gaia, aquecimento global, ensino de ciências

Keywords: Gaia theory, global warming, science education

Introdução

Atualmente o planeta Terra está enfrentando um problema muito sério com relação ao meio ambiente, o chamado aquecimento global. Esse fenômeno tem feito com que alguns acontecimentos fora do normal estejam ocorrendo em todo o planeta. E estudos recentes mostram que é necessária uma mudança de postura o mais rápido possível, pois a situação ambiental neste planeta poderá atingir um patamar no qual não haverá mais retorno para as conseqüências deste fenômeno (LOVELOCK, 2006).

Há quem acredite que as catástrofes ambientais que ocorrem em todo o mundo estejam acontecendo pelo fato do planeta estar sofrendo agressões no meio ambiente. James Lovelock considera essas catástrofes como resposta da Terra, que estaria reagindo às ações negativas que vem sofrendo pelo homem. Esse pensamento surgiu após um estudo comparativo entre as atmosferas de planetas vizinhos e que no início da década de 1970 passou a ser conhecido como teoria Gaia (LOVELOCK, 1987).

Acredita-se que esta teoria possa ter um papel muito relevante no ensino de ciências no ensino médio. Ela poderia atuar como um instrumento para a interdisciplinaridade, já que a teoria Gaia pode ser contextualizada por várias disciplinas, além de ajudar a compreender melhor o sistema da Terra e

juntamente com o aquecimento global contribuir para um melhor entendimento dos problemas ambientais atuais (LIMA-TAVARES; EL-HANI, 2001).

Em vista da grande problemática ambiental que se encontra o planeta buscamos fazer uma relação entre a teoria Gaia, o aquecimento global e o ensino de ciências no ensino médio.

Este trabalho é continuação de uma pesquisa que busca sustentar a teoria Gaia através do aquecimento global e das mudanças climáticas e tem como objetivos:

- apresentar uma síntese das principais mudanças climáticas que tem sido tratadas como conseqüências do atual aquecimento global;
- propor uma possível relação entre a teoria Gaia, o aquecimento global e o ensino de ciências;
- discutir o potencial da teoria Gaia e das conseqüências relacionadas ao aquecimento global em atividades de ensino e de aprendizagem das ciências da natureza.

A Teoria Gaia

No início da década de 1960 o cientista inglês James Lovelock recebeu do Laboratório de Propulsão da NASA, um convite para trabalhar numa pesquisa que tinha como finalidade investigar a existência de vida em outros planetas, mais especificamente em Marte. Os estudos tiveram como característica marcante a análise das atmosferas de três planetas, Marte, Vênus e a Terra. Se a intenção do estudo era descobrir vida semelhante a existente na Terra, nada melhor do que analisar as atmosferas dos planetas (NUNES-NETO et al., 2005).

Ao final da pesquisa pôde-se concluir que as composições químicas das atmosferas de Marte e Vênus eram muito parecidas entre - si e bem diferentes quando comparadas à atmosfera da Terra. As atmosferas da Marte e de Vênus têm como gás mais abundante na sua superfície o dióxido de carbono (CO_2), com aproximadamente 98% de concentração, o gás nitrogênio (N_2) com cerca de 2%, o oxigênio (O_2) com muito menos que 1%, algum vapor de água (MARGULIS, 1987) e metano (CH_4) a 0% (LOVELOCK 1987). Ao passo que na atmosfera terrestre a porcentagem desses gases são totalmente diferentes, com oxigênio mais abundante do que nas atmosferas dos outros dois planetas e na quantidade de 21%, com 0,03% de dióxido de carbono, 79% de nitrogênio (MARGULIS, 1987) e metano a 1,7 ppm (partes por milhão) (LOVELOCK, 1988).

A partir dessas características Lovelock percebeu que as atmosferas de Marte e Vênus se encontravam num estado de equilíbrio químico, exatamente ao contrario da atmosfera terrestre, e então concluiu que seria impossível existir vida em Marte e Vênus, como existe na Terra (LOVELOCK, 1987). Esse estudo despertou Lovelock para um fato bem interessante. Ele pôde perceber que a atmosfera da Terra estava em constante desequilíbrio e então passou a se perguntar

como seria possível uma atmosfera com gases redutores e oxidantes em total coexistência abrigar vida da forma como existe¹ (LIMA-TAVARES; EL-HANI, 2001).

Lovelock (1987) notou também que além deste estado de desequilíbrio químico na atmosfera, a Terra manteve um estado constante do clima desde o surgimento da biosfera, aproximadamente 3,6 bilhões de anos atrás, em que a temperatura do nosso planeta não sofreu alteração significativa. Lovelock propôs então que a única forma dessa atmosfera abrigar a vida, e isto ter permanecido nos últimos três bilhões de anos, seria a existência de um mecanismo de auto-controle da biosfera terrestre, controlando não somente o clima, mas também a composição química da Terra. Esta proposta aponta a existência de um sistema cibernético, auto-regulador, constituído na totalidade dos organismos, rochas de superfície, oceano e atmosfera estreitamente inter-relacionados e que a vida existente no planeta seria capaz de compor alças de retro-alimentação, positivas e negativas, que seriam responsáveis pela manutenção de condições sempre favoráveis para a biosfera (LENTON; OIJEN, 2002). Afirmando ainda que a Terra pudesse ser metaforicamente considerada um “superorganismo” com o objetivo da manutenção de um equilíbrio e de condições sempre favoráveis para a existência de vida. Esse sistema cibernético foi proposto a comunidade científica em 1974, em artigos escritos juntamente com a colaboradora e sua amiga Lynn Margulis, recebendo o nome de teoria Gaia (LOVELOCK, 1987).

Após a sua publicação, a teoria Gaia sofreu uma grande resistência da comunidade científica, principalmente com relação à idéia da Terra ser considerada um superorganismo. Essa declaração fez com que muitos autores destacassem grandes dificuldades no contexto de Gaia, pois essa afirmação aponta o uso de uma linguagem teleológica para a teoria² (NUNES-NETO; EL-HANI, 2006).

A teoria de Gaia recebeu até mesmo a identificação de pseudocientífica. No início da década de 1980 Lovelock, juntamente com Andrew Watson, criou um modelo que representava um mundo imaginário que girava como a Terra e era aquecido por uma estrela idêntica ao Sol. O nome deste modelo era o Mundo das Margaridas (Daisyworld).

Sendo que neste planeta existiriam apenas duas espécies viventes, duas espécies de margaridas, margaridas de cores claras e margaridas de cores escuras. Nesse modelo as espécies competiriam entre si por territórios e alimentos, o que levou a uma regulação da temperatura planetária, tendo as margaridas à capacidade de funcionar como estabilizadoras (LOVELOCK, 1988).

¹ Gases oxidantes e redutores são altamente reativos quando em coexistência. O que torna uma situação bastante instável.

² Esse tipo de linguagem pode acabar trazendo maiores dificuldades para compreender a teoria Gaia (NUNES-NETO; EL-HANI, 2006). O possível uso dessa linguagem pelo Lovelock, que fica bem claro em muitas passagens de seus textos, ainda é tema de muitas discussões e artigos científicos. Para maiores detalhes, ver, entre outros, Kirchner (1989), Lovelock (1988 e 1990), Nunes-Neto (2005), Nunes-Neto; El-Hani (2006).

Para entender todo este modelo e o mecanismo de como ocorreria o controle no mundo das margaridas, é necessário supor uma estrela, que pouco a pouco aumentaria sua luminosidade. Inicialmente poucas plantas iriam nascer. Com o aumento gradativo da temperatura da estrela, começariam a nascer muito mais margaridas, brancas e pretas. As margaridas negras, por possuírem maior capacidade de absorção de luz, teriam uma grande vantagem em relação às margaridas brancas em baixas temperaturas, tendo assim uma maior abundância na superfície do planeta. Ao absorver a luz da estrela imaginária, iria impedir que fosse refletida luz para o espaço, atingindo temperaturas mais altas. Essa elevação na temperatura iria limitar o crescimento das margaridas negras e favorecer a proliferação das margaridas brancas na superfície do planeta, que por serem eficazes no ato de refletir a luz para o espaço, fariam com que a temperatura viesse a diminuir. E assim as margaridas negras teriam novamente seu crescimento favorecido, continuando este processo até que a estrela hipotética atingisse uma tal elevação de temperatura que fizesse com que todas as margaridas da superfície do planeta pegassem fogo. Segundo Nunes-Neto (2005) esse modelo matemático ajudou para que sua teoria ganhasse mais respeito na comunidade científica. De acordo com Lima-Tavares e El-Hani (2001) é válido ressaltar que alguns assuntos, como por exemplo, a concentração de oxigênio permanecer a 21%, desde a transição do Arqueano para o Proterozóico, e também o clima favorecer a biota nos últimos 3,6 bilhões de anos, eram assuntos poucos discutidos antes da apresentação da teoria Gaia. O fato de que atualmente inúmeros pesquisadores utilizam a teoria para trabalhos em diversos campos científicos fez romper uma grande resistência à teoria.

Aquecimento global

O aquecimento global é um fenômeno climático, de extensão mundial, caracterizado pelo aumento da temperatura média da superfície da Terra. Isto é uma consequência da grande emissão de gases estufa, em maior parte o CO_2 e o CH_4 , lançados na atmosfera, por ações antrópicas, que estão se acumulando na atmosfera terrestre, retendo a radiação infra-vermelha que vem do sol, o que contribui bastante para o aumento do efeito estufa³ (FEARNSIDE, 2006).

A Terra, de acordo com os registros geológicos, já apresentou longos períodos em escala global de aquecimento e resfriamento (TEIXEIRA et al., 2000). Mas as causas para o aquecimento atual são bem diferentes das do passado.

³ O efeito estufa é um mecanismo natural da Terra que retém o calor vindo do sol. Esse mecanismo serve para manter a temperatura da Terra ideal para a existência de vida no planeta.

Muitos cientistas apontam que os seres humanos são os grandes responsáveis pela atual situação do planeta, sendo que a utilização dos combustíveis fósseis para a produção de energia em larga escala tem a maior contribuição para o agravamento dessa situação (GORE, 2006).

Devido a grande necessidade de dados científicos confiáveis e cada vez mais atualizados para as atuais circunstâncias ambientais, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) juntamente com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente criaram, em 1988, o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Esse Painel conta atualmente com cerca de 2.500 cientistas do mundo todo, tendo como principal objetivo avaliar, de forma objetiva, transparente e aberta, as informações técnicas, científicas e sócio-econômicas de extrema importância para compreender os riscos das atuais mudanças climáticas induzidas pelo homem (JURAS, 2007).

O IPCC, segundo Gore (2006), tem contribuído bastante, com resultados cada vez mais atualizados e confiáveis, para a identificação das principais causas do atual aquecimento global. Sendo também importantíssimo em estabelecer possíveis projeções das conseqüências futuras desse fenômeno, alertando não só a comunidade, como também os líderes dos principais países causadores desse atual estado de desequilíbrio ambiental.

Mesmo existindo vários estudos e dados a favor dessa circunstância, alguns cientistas discordam que os hábitos humanos e o crescente aumento do nível de CO², na atmosfera terrestre, estejam colaborando decisivamente para as mudanças climáticas atuais. Contudo essa rejeição pode estar acontecendo, muito provavelmente, por causa de razões políticas. Os países mais ricos do mundo, e suas empresas, utilizam os combustíveis fósseis para a produção de energia em larga escala, o que gera uma grande liberação do CO² (GORE, 2006).

Os principais gases deste fenômeno são o CO², o CH⁴, os clorofluorcarbonetos -CFCs- e óxido nitroso (NO). O CO² é o que traz maior preocupação. Esse gás pode chegar à atmosfera através de causas naturais, como por exemplo, a decomposição de animais mortos, através da própria respiração de animais e plantas que tem como um de seus produtos finais o dióxido de carbono (ARIZA, 1983). Erupções vulcânicas e os oceanos também liberam o CO² (CORSON, 1996) e Lovelock (2006) ressalta também que os incêndios florestais, de causas naturais, têm sua contribuição.

Mas, Corson (1996) deixa bem claro que as causas naturais devem existir na atmosfera para poder manter o aquecimento e equilíbrio necessário à vida na superfície da Terra, mas são insignificantes quando comparadas às emissões por ações humanas.

Com a revolução industrial o homem começou a usar intensamente o carbono, que estava estocado durante milhões de anos em forma de carvão mineral, petróleo e gás natural. Usando-o para gerar energia para as indústrias e para os veículos e assim passando a lançar na atmosfera

imensas quantidades dos gases estufa, principalmente o CO² (GREENPEACE, 2006). Os estudos atuais revelaram que a quantidade deste gás na atmosfera chegou a um nível nunca antes relatado, bem acima dos registrados durante os ciclos naturais da Terra. Atualmente o nível de CO² está em aproximadamente 370 ppm (partes por milhão) e caso nada seja feito urgentemente, essa concentração pode chegar em 600 ppm, daqui a 45 anos. É importante ressaltar que estudos recentes mostram que a temperatura média da superfície terrestre tende a acompanhar o nível de CO², ou seja, se a concentração de CO² se elevar, a temperatura tenderá a aumentar também (GORE, 2006).

É bom deixar claro que o aumento exagerado de veículos motorizados que liberam o CO², o grande desenvolvimento de indústrias e as grandes concentrações humanas com o seu consumismo, muitas vezes desnecessário, colaboram decisivamente para o aumento da poluição e emissão desses gases para a atmosfera (ARIZA, 1983).

Conseqüências do aquecimento global

Este fenômeno climático é apontado por muitos cientistas do mundo todo como a causa para inúmeros desastres naturais que estão acontecendo no mundo todo e também para o desequilíbrio ambiental do planeta.

A conseqüência mais imediata deste fenômeno é o aumento da temperatura média da superfície terrestre e dos oceanos. O aumento da temperatura dos oceanos faz com que os eventos climáticos ligados a ele se alterem. Um grande exemplo foi o furacão Katrina, que após a passagem por águas mais quentes que o normal no Golfo do México, adquiriu uma enorme força antes de atingir a cidade de Nova Orleans, nos Estados Unidos, provocando mortes e muitos estragos na cidade (FEARNSIDE, 2006).

O aquecimento global tem provocado uma significativa mudança na quantidade das chuvas e também no lugar onde normalmente ocorrem, fazendo com que regiões muito próximas passem por situações totalmente diferentes. Uma região com chuvas excessivas, causando muitas inundações. Já em outra localidade muito próxima sofre com a falta das chuvas (GORE, 2006).

A grande preocupação é com relação ao aumento gradativo da temperatura da superfície terrestre. O IPCC no seu último relatório, divulgado em fevereiro de 2007, pois fim a várias dúvidas com relação a esse item, indicando que durante o século XX foi registrado um aumento de 280 ppm para 379 ppm na concentração de CO² na atmosfera terrestre e de aproximadamente 0,7°C na temperatura média da superfície do planeta. E caso as emissões dos gases estufas não sejam controladas e seus níveis continuem a subir, estima-se que a temperatura do planeta possa elevar-se em até 6,4°C até o final do presente século. Esse aumento certamente fará com que os fenômenos associados a este aumento aconteçam com mais freqüência e intensidade (JURAS, 2007).

Grandes tragédias já aconteceram devido ao aumento da temperatura. Um bom exemplo foi o verão de 2003 na Europa, quando foram registrados os recordes de temperaturas mais elevadas, causando a morte de aproximadamente 35 mil pessoas. O derretimento das calotas polares localizadas em superfícies continentais tem sido uma outra grande preocupação. Caso as calotas continuem a derreter num ritmo acelerado, o nível dos oceanos pode vir a elevar-se, fazendo com que milhares de pessoas que vivem em regiões costeiras tenham que deixar suas casas (GORE, 2006).

Outros graves problemas que a Terra vem enfrentando são as conseqüências causadas por mecanismos de feedback positivo (uma resposta amplificada a mudança de uma variante) em que um estímulo inicial produz mais estímulos do mesmo nível, como uma cascata de acontecimentos. Bons exemplos deste tipo de fenômeno são as Florestas Boreais do Canadá e da Sibéria, que são escuras e absorvem calor. Com o aquecimento global elas estendem seu poder e absorvem ainda mais calor. O conseqüente aumento da temperatura tende desestabilizar as florestas tropicais e reduzir sua área coberta, com isso aumentam as possibilidades destas florestas morrerem, acarretando assim na liberação de CO² e CH⁴ no ar. O que nesse mundo em aquecimento se torna desastroso (LOVELOCK, 2006).

Até a década de 1990 poucas pessoas davam importância as notícias com relação as mudanças climáticas e ao aquecimento global. Mas a partir dessa época um novo campo do conhecimento científico começou a se estruturar. Com a junção de meteorologistas, geólogos, geógrafos, biólogos, físicos, químicos, oceanógrafos, e suas respectivas pesquisas deu-se início a um novo campo do conhecimento, a Ciência do Sistema Terrestre – em inglês, *Earth System Science* (ESS) (MOORCROFT, 2006).

Esta ciência tem contribuído bastante no entendimento de assuntos muito complexos e tem trazido resultados muito importantes sobre o meio ambiente e todo o Sistema Terra⁴ em geral, resultados que merecem cada vez mais atenção. O Sistema Terra é um assunto de grande importância e complexidade. E necessita cada vez mais de estudos e dados a seu favor.

Ainda segundo Moorcroft (2006) esta ciência é fundamental para entendermos o que está acontecendo com o planeta Terra, compreendendo assim as respostas dos ecossistemas devido a essas mudanças que comprometem o campo de interações biosfera-atmosfera e influenciando o clima regional e global.

⁴ O estudo do Sistema Terra tem despertado muita curiosidade por parte da comunidade científica, principalmente devido ao atual estado de desequilíbrio do planeta. Frente a isso existem inúmeros trabalhos sobre a importância e os diversos mecanismos desse Sistema. Para maiores detalhes, ver, entre outros: Forest (2008), Friedlingstein (2008), House (2007), Moorcroft (2006), Press (2008), Thompson (2008).

O aquecimento global e a teoria Gaia

O sistema Gaia possui inúmeros mecanismos para manter o planeta Terra em um constante equilíbrio, como por exemplo, manter a concentração de oxigênio em um nível ideal, de 21%, para que aconteçam os eventos que dependem desse gás. A título de curiosidade se essa concentração de oxigênio fosse de 25% esse pequeno aumento já seria capaz para colocar fogo até mesmo numa floresta pluvial, caso atingida por um raio (LOVELOCK, 1987).

Outra grande característica deste sistema é o fato de os próprios habitantes do planeta produzir e liberar o CO², gás que é o principal fator para o aquecimento global, mas indispensável para o equilíbrio dos acontecimentos biológicos. Lembrando que as quantidades emitidas por causas naturais são infinitas vezes menores do que as causas antropogênicas (ARIZA, 1983).

Outro fato muito interessante é que se muitos animais, incluindo nós seres humanos, ao em vez de excretar uréia, expirássemos nitrogênio, talvez a vida vegetal terrestre fosse menor que a atual, e essa situação com certeza teria influencia sobre o planeta e também sobre nossos hábitos. Essa situação poderia causar até mesmo uma redução em nossos recursos alimentares (LOVELOCK 2006).

Esses são alguns dos muitos exemplos de mecanismos que ‘Gaia’ utiliza para a manutenção de condições sempre ideais para a vida no planeta.

É de se esperar que essas catástrofes ambientais continuem a ocorrer e a se tornar cada vez mais impressionantes, pois o homem, devido seu modo de vida, está alterando a homeostase do planeta. Lovelock (2006) chega até a propor que esses acontecimentos ambientais poderiam ser respostas do sistema Gaia, que está com sua conformação natural drasticamente modificada. Sendo essas conseqüências do aquecimento global um mecanismo, não intencional, de defesa para as ações que estão causando todo esse desequilíbrio entre biosfera-atmosfera.

O ensino de ciências relacionado à teoria Gaia e ao aquecimento global

A construção de um bom ensino de ciências é muito mais complexo do que possa parecer à primeira vista. Neste processo estão envolvidos inúmeros métodos didáticos, com vários atores, interesses, valores, práticas etc. E frente a atual situação do planeta Terra é extremamente importante que o ensino desta área esteja atrelado ao processo de formação do jovem e que este possa usar os conhecimentos adquiridos durante sua vida, estando assim preparado para lidar com o meio ambiente. (GUIMARÃES et al, 2007).

Um fato muito interessante que podemos perceber atualmente é que o homem normalmente se coloca fora da natureza, como um ser a parte deste meio. Devido a essa visão Johnson (1983) propõe

então que um importante passo para que possamos entender o meio ambiente é que o homem deve se dar conta de que faz parte e interage com ele. Ter a consciência de que toda ação por ele realizada irá causar algum tipo de impacto ao meio ambiente.

O ser humano sempre teve essa visão antropocêntrica, e essa percepção atualmente tem trazido enormes problemas ambientais. O homem constantemente tem em seu pensamento que suas ações serão sempre insignificantes quando comparado ao tamanho do planeta. O que pode estar nos levando para uma situação em que não haverá mais volta (LOVELOCK, 2006).

A construção do conhecimento escolar de ciências é feito através de várias disciplinas; geografia, história, física, química, biologia (e dentro da própria biologia existe uma fragmentação muito grande, com ecologia, genética, bioquímica, fisiologia etc.). Mas é sabido que na natureza essas ciências estão totalmente integradas. E essa integração, segundo Guimarães et al (2007), é de muita importância para a compreensão das relações entre a espécie humana e o ambiente onde vivem.

A educação interdisciplinar visa promover uma conexão entre duas ou mais disciplinas diferentes, integrando seus conceitos, metodologia, procedimentos e dados. Estudando conhecimento, pesquisa e educação. E isso pode contribuir para compreendermos a integridade do conhecimento (NISSANI, 1997). O que achamos muito importante no processo da educação.

A interdisciplinaridade tem sido debatida por muitos autores na área da educação. E existe certa diversidade de abordagens sobre esse tema (por exemplo: FRANKS et al, 2007; FRODEMAN e MITCHAM, 2007; KLEINBERG, 2008; BULLOUGH, 2006). Não pretendemos aqui fazer uma descrição sobre esse assunto. Nossa intenção é apenas apontar e chamar a atenção para esse importante contexto. Devido a isso é que neste contexto de ensino de ciências e integração disciplinar propomos a utilização de uma ferramenta que tem grande competência para contribuir de forma significativa nesses processos, a teoria Gaia.

Esta teoria tem sido apontada como um importante instrumento para se discutir ciências no ensino médio (CARMO et al, no prelo). Se transmitida de forma correta, as idéias da teoria podem ajudar para um melhor entendimento do sistema da Terra e também auxiliar numa melhor compreensão sobre os problemas ambientais atuais. Baker (1993) afirma que a teoria Gaia pode servir para associar a biologia a outras disciplinas e também contribuir para uma integração entre as várias áreas da biologia. Apresentando uma visão sistêmica do planeta.

Essa associação da biologia com outras disciplinas, e também a integração das várias áreas da biologia, objetivam para um ensino menos fragmentado de ciência e também do conhecimento científico. Essa integração pode ser claramente observada na idéia central da teoria, quando afirma

que as rochas, a biota, os oceanos e o ar estão intimamente relacionados, como um sistema único, em constante evolução (LOVELOCK, 1988).

Mas é importante destacar que as idéias da teoria devem ser transmitidas da melhor maneira possível. O que muitas vezes não é o que ocorre. Um estudo recente de Carmo *et al* (no prelo) revelou que o tratamento utilizado por alguns autores de livros didáticos do ensino médio de escolas brasileiras não é o ideal para se estudar a teoria Gaia. Muitos dos autores não mencionam a idéia central da teoria, que diz respeito a um sistema cibernético de controle, fazendo muito mais referência à idéia de a Terra ser um “superorganismo”. O que achamos que pode causar uma grande dificuldade para compreender o sistema da Terra e também os conceitos de vida e/ou até mesmo de organismo.

Ainda segundo Carmo *et al* (no prelo), a utilização da teoria Gaia em sala de aula pode contribuir também para boas discussões, entre os docentes e discentes, acerca dos atuais problemas ambientais. De forma que tanto os alunos como os professores passem a olhar a Terra com outra perspectiva. O que achamos fundamental para o processo de formação como ser humano e parte integrante de todo esse sistema.

Juntamente com a teoria Gaia, o aquecimento global tem sua importância para o processo de educação. Esse fenômeno está fortemente apoiado pelos estudos científicos da atualidade, sendo discutidos e divulgados pelos vários meios de comunicação. Fazendo com que líderes de vários países estejam discutindo constantemente sobre o assunto, criando leis e programas para tentar minimizar as conseqüências deste fenômeno (GORE, 2006).

Segundo Johnson (1983) o mais importante não é que os estudantes saibam das conseqüências e das previsões desastrosas deste fenômeno. Isso só faria com que eles se sentissem impotentes diante das situações. Para esse autor o mais interessante seria que os alunos conseguissem entender como e o porquê este fenômeno está acontecendo, compreendendo o funcionamento do sistema Terra. Essa percepção iria ajudar na construção de uma conscientização de que a espécie humana é parte integrante, e não apenas um componente isolado, de todo esse sistema.

A mudança climática global dentro do contexto do currículo escolar de ciências proporciona uma oportunidade muito boa para a aplicação de inúmeros problemas e assuntos em biologia (GAYFORD, 2002). Segundo esse autor, o assunto ajuda também a entender a natureza e o nosso lugar neste contexto.

O aquecimento global encontra-se inserido em várias disciplinas, geografia, biologia, etc. E pode ser utilizado como tema transversal em vários assuntos. Tendo a capacidade de ser utilizado para instigar a curiosidade dos alunos, fazendo até mesmo com que eles passem a ter mais vontade de estudar e se atualizar perante os problemas propostos pelos professores.

Os docentes podem utilizar tanto a teoria Gaia como o aquecimento global para discussões entre os estudantes, estimulando eles a pensar e a debater, propor atividades em grupos, proporcionando relações, e com isso uma melhor convivência entre eles. Esses assuntos poderiam também ser discutidos simultaneamente. Quando estudamos aquecimento global e lidamos com suas conseqüências: aumento de temperatura, furacões, desequilíbrio de ciclos biológicos, destruição de habitat natural, etc., conseguimos perceber a íntima relação entre as diversas partes do planeta (CARMO et al, no prelo), fornecendo ótimas oportunidades para um melhor aprendizado.

Utilizando as idéias centrais do programa de pesquisa Gaia os professores podem proporcionar um melhor entendimento para o aquecimento global, mutuamente, ao estudarem as conseqüências deste fenômeno conseguem identificar e compreender amplamente as inúmeras idéias desta teoria, demonstrando assim, a correlação entre os temas.

Em virtude desses aspectos, acreditamos que esses dois assuntos são muito importantes para o aprendizado de ciências durante o processo de formação do estudante. É muito relevante para se estudar os problemas ambientais atuais, mas é importante ressaltar que problemas de causas políticas e sócias também têm sua parcela de contribuição para o que está acontecendo ao meio ambiente.

Conclusão

O presente trabalho vinculou-se a necessidade de identificar a relevância da teoria Gaia e do aquecimento global para o aprendizado de ciências durante o processo de formação do estudante e diante dos atuais problemas ambientais.

Este artigo propôs uma relação entre a Teoria Gaia, o aquecimento global e o ensino de ciências. Pode-se concluir que o planeta Terra está realmente passando por transformações sérias com relação ao meio ambiente. Diferentes tipos de catástrofes nunca vistas, ou até mesmo esperadas que acontecessem, estão cada vez mais freqüentes e com conseqüências cada vez mais desastrosas. O homem já alterou significativamente o sistema Gaia, e continua a fazer isso sem precedentes. Destruindo seu próprio habitat e o de outras espécies. Essa degradação está acontecendo muito provavelmente devido ao nosso estilo de vida, que cada vez mais consome mais energia e, muitas vezes, tem como hábito o consumismo desnecessário. Por isso seria de grande valia que os seres humanos tivessem o conhecimento das idéias da teoria Gaia e do aquecimento global e utilizassem seus princípios para minimizar os efeitos danosos ao planeta.

Pode-se concluir também que o aquecimento global e a teoria Gaia estão intimamente relacionados, ao passo que se o homem está causando sérios desequilíbrios no meio ambiente é natural que o planeta passe a apresentar características fora do normal e do esperado. Gaia é um sistema auto-regulador, um superorganismo na visão de James Lovelock, pois se organiza para tentar

manter as condições idéias para um equilíbrio, de modo a fazer com que todas as suas partes estejam interligadas.

Também é perceptível que a teoria Gaia e o aquecimento global podem ser importantes instrumentos para uma melhora no ensino de ciências e o entendimento dos problemas ambientais da atualidade. Esses assuntos e suas idéias centrais, se transmitidas de forma correta e bem estruturada, podem fazer com que os alunos compreendam melhor o sistema da Terra e assim entendam o que está acontecendo com todo o planeta. O que achamos ser essencial para tentar reverter o quadro atual de desequilíbrio ambiental.

Referências

ARIZA, D. *Ecologia objetiva*. São Paulo: Nobel, 1983.

BAKER, G. A. Using the Gaia hypothesis to synthesize an introductory biology course, *American Biology Teacher*, v. 55, n. 2, p. 115-116, fev.1993.

BULLOUGH, R. V. Jr. Developing Interdisciplinary Researchers: What Ever Happened to the Humanities in Education? *Educational Researcher*, v. 35, n. 8, p. 3-10, nov. 2006.

CARMO, R. S. et al. Gaia theory in Brazilian high school biology textbooks. *Science & Education*. DOI: 10.1007/s11191-008-9149-3. No prelo.

CORSON, W. H. *Manual global de ecologia*. São Paulo: Augustus, 1996.

FEARNSIDE, P. M. A vazante na Amazônia e o aquecimento global. *Ciência Hoje*, v. 39, n. 231, p. 76 - 78, out. 2006.

FOREST, C. E.; REYNOLDS, R. W. Hot questions of temperature bias. *Nature*, v. 453, p. 601-602, mai. 2008.

FRANKS, D. et al. Developing Interdisciplinary Researchers: What Ever Happened to the Humanities in Education? *Studies in Higher Education*, v. 32, n. 2, p. 167-185, abr. 2007.

FRIEDLINGSTEIN, P. A steep road to climate stabilization. *Nature*, v. 451, p. 297-298, jan. 2008.

FRODEMAN, R.; MITCHAM, C. New Directions in Interdisciplinarity: Broad, Deep, and Critical. *Bulletin of Science, Technology & Society*, v.27, n. 6, p. 506-514, 2007.

GAYFORD, C. Controversial environmental issues: a case study for the professional development of science teachers. *International Journal of Science Education*, v. 24, n. 11, p. 1191-1200, nov. 2002.

GORE, A. *Uma verdade inconveniente*. Barueri, São Paulo: Manole, 2006.

GREENPEACE. Como o aquecimento global já afeta o Brasil. Disponível em: <http://www.greenpeace.org.br/clima/pdf/cartilha_clima.pdf>. Acesso em: 11 de abril de 2007.

GUIMARÃES, M. D. et al. Sobre a Legitimidade Epistemológica e Social da Inclusão da Teoria Gaia no Ensino Médio. *Pesquisa em Educação Ambiental*. No prelo.

HOUSE, K. Z. et al. Electrochemical Acceleration of Chemical Weathering as an Energetically Feasible Approach to Mitigating Anthropogenic Climate Change. *Environmental Science & Technology*. v. 41, n. 24, p. 8464-8470, nov. 2007.

JOHNSON, P. Connecting patterns through environmental education. *Educational Leadership*, v. 40, n. 7, p. 40-44, abr. 1983.

JURAS, I. da A. G. M. Notas sobre mudanças climáticas. Disponível em: <http://www2.camara.gov.br/internet/publicacoes/estnottec/tema14/2007_210.pdf>. Último acesso em: 05 de maio de 2007.

KIRCHNER, J.W. The Gaia hypothesis: can it be tested? *Reviews of Geophysics*, v. 27, n. 2, p. 223-235, 1989.

KLEINBERG, E. Interdisciplinary Studies at a Crossroads. *Liberal Education*, v. 94, n. 1, p. 6-11, 2008.

LENTON, T. M.; OIJEN, M. V. Gaia as a complex adaptive system. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*. v. 357, n. 1421, p. 683-695, may. 2002.

LIMA-TAVARES, M.; EL-HANI, C. N. Um olhar epistemológico sobre a transposição didática da teoria Gaia', *Investigações em Ensino de Ciências* 6, a4. 2001. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol6/n3/v6_n3_a4.htm#Top. Último acesso em: 23/04/2007.

LOVELOCK, J. E. Gaia – Um modelo para a dinâmica planetária e celular. In: THOMPSON, W. I. *Gaia: uma teoria do conhecimento*. São Paulo: Gaia, 1987. p. 77-90.

LOVELOCK, J. E. *As eras de gaia*. Rio de Janeiro: Campus, 1988.

LOVELOCK, J.E. Hands up for the Gaia Hypothesis. *Nature*, v. 344, p.100-102, 1990.

LOVELOCK, J. E. *A vingança de gaia*. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2006.

MARGULIS, L. Os primórdios da vida. In: THOMPSON, W. I. *Gaia: uma teoria do conhecimento*. São Paulo: Gaia, 1987. p. 91-101.

MOORCROFT, P. R. How close are we to a predictive science of the biosphere? *TRENDS in Ecology and Evolution*. v. 21, n. 7, p. 400-407, jul. 2006.

NISSANI, M. Ten Cheers for Interdisciplinarity: The Case for Interdisciplinary Knowledge and Research. *The Social Science Journal*, v. 34, n. 2, p. 201-216, 1997.

NUNES-NETO, N. F. *As explicações teleológicas na Teoria Gaia*. Monografia de conclusão de curso da graduação em Ciências Biológicas – Universidade Federal da Bahia. Monografia, Salvador, 2005.

NUNES-NETO, N. F. et al. Teoria Gaia: de idéia pseudocientífica a teoria respeitável. *Consciência*. n. 71, nov. 2005. Disponível em: <<http://www.consciencia.br/reportagens/2005/11/08.shtml>>. Último acesso em: 15 de março de 2007.

NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Gaia, Teleologia e Função. *Episteme*. v. 11, n. 23, p. 15-48, jan./jun. 2006.

PRESS, F. Earth science and society. *Nature*, v. 451, p. 301-303, jan. 2008.

TEIXEIRA, W. et al. *Decifrando a terra*. São Paulo: Oficina de Textos, 2001.

THOMPSON, D. W. J. et al. A large discontinuity in the mid-twentieth century in observed global-mean surface temperature. *Nature*, v. 453, p. 646-649, mai. 2008.

Alexandre Dacorso Daltro Milazzo: é graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Católica do Salvador (2007). Atualmente é professor de ciências do Colégio Impacto, em Lauro de Freitas, Bahia. Realiza pesquisas nas áreas de Ensino de Ciências, com ênfase sobre a teoria Gaia, genética e seleção natural. Também realiza estudos com relação ao aquecimento global e mudanças climáticas. **Anderson Abbehusen Freire de Carvalho:** possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Católica do Salvador (1995), especialização em Gerenciamento Ambiental pela Universidade Católica do Salvador (1997), especialização em Educação Ambiental pela Universidade Católica do Salvador (1998) e mestrado em Ecologia e Biomonitoramento pela Universidade Federal da Bahia (2004). Atualmente é Professor assistente da Universidade Católica do Salvador, Professor do União Metropolitana de Educação e Cultura e Consultor da LACERTA consultoria, projetos e assessoria ambiental. Tem experiência na área de Zoologia, com ênfase em zoologia aplicada. Atuando principalmente nos seguintes temas: Ecologia, *Callithrix geoffroyi*, área de uso.