



ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E CAOS: A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA MATEMÁTICA

Rosângela Silveira da Rosa¹; Gilmara Cristina Back²; Maria Arlete Rosa³

RESUMO

O presente trabalho, apresenta um relato de experiência realizado com uma turma de 9º ano de uma escola Pública Estadual do município de Itajaí, Santa Catarina. O propósito geral da didática, era o de promover educação ambiental na disciplina de Matemática. Desta forma, utilizou-se da Teoria do Caos, tema matemático bastante explorado na contemporaneidade. Para realizar a didática foi elaborado um organizador-prévio do tipo expositivo, com recortes de cenas do filme “O dia depois de amanhã”, que apresenta a ocorrência de alterações climáticas extremas, decorrentes da ação descontrolada do homem sobre a natureza, promovendo poluição. A metodologia utilizada na pesquisa foi um estudo de caso de natureza qualitativa. Nos resultados percebeu-se indícios de aprendizagem significativa tanto no que se refere a educação ambiental quanto na aprendizagem da Teoria do Caos.

Palavras-chave: Organizador prévio; Teoria do Caos; Educação ambiental.

CLIMATE CHANGE AND CHAOS: ENVIRONMENTAL EDUCATION IN MATHEMATICS

ABSTRACT

This paper presents an experience report with a 9th grade class from a State Public School in the city of Itajaí, Santa Catarina. The general purpose of didactics was to promote environmental education in Mathematics. In this way, it was used of Chaos Theory, mathematical theme much explored in the contemporaneity. In order to carry out the didactic, a previous organizer of the expository type was elaborated, with cuts of scenes from the film "The day after tomorrow", which presents the occurrence of extreme climatic changes, resulting from the uncontrolled action of man on nature, promoting pollution. The methodology used in the research was a qualitative case study. The results showed signs of significant learning in both environmental education and Chaos Theory learning.

Keywords: Previous organizer; Chaos Theory; Environmental education.

1 Mestra. Universidade Tuiuti do Paraná (UTP). E-mail: rosangelasilveira_31@hotmail.com.

2 Mestra. Universidade Tuiuti do Paraná (UTP). E-mail: gilmaraaback@hotmail.com.

3 Doutora. Universidade Tuiuti do Paraná (UTP). E-mail: mariaarlete@gmail.com.

Introdução

As alterações climáticas estão presentes em nosso planeta de forma contínua. Entretanto, após o progresso tecnológico e os meios de produção arquitetados pelo ser humano, estas alterações tornaram-se mais frequentes e drásticas promovendo um verdadeiro caos no equilíbrio do planeta

Com a chegada da industrialização, a utilização dos combustíveis fósseis como o petróleo, o carvão mineral e o gás natural, que representam aproximadamente 80% das fontes energéticas do planeta aumentaram e são estes, os maiores causadores da poluição ambiental e do aquecimento global.

Desta forma, conscientizar os alunos e a sociedade como um todo quanto a preservação ambiental, bem como quanto ao uso descontrolado destes recursos causadores da poluição é extremamente necessário e urgente, pois a situação do planeta pode se agravar e as consequências podem ser as mais diversas, iniciando com prejuízos econômicos, podendo chegar à perdas de muitas vidas por consequência de furacões, alagamentos, quedas, aumentos drásticos de temperatura, entre outros.

Ademais, a abordagem do tema na escola, bem como nos mais diversos segmentos da sociedade é precária e muitas pessoas desconhecem as consequências desse descompasso climático. É preciso explicitar que os eventos que podem acontecer vão desde a ocorrência de epidemias, a um maior número de mortes ocasionadas por eventos como afogamentos, desabamentos, entre outros já mencionados.

De acordo com a Organização Pan Americana da saúde (2008):

As mudanças climáticas podem produzir impactos sobre a saúde humana por diferentes vias. Por um lado, impacta de forma direta, como no caso das ondas de calor, ou mortes causadas por outros eventos extremos como furacões e inundações. Mas muitas vezes, esse impacto é indireto, sendo mediado por alterações no ambiente como a alteração de ecossistemas e de ciclos biogeoquímicos, que podem aumentar a incidência de doenças infecciosas, tratadas nesse documento com maior detalhe, mas também doenças não-transmissíveis, que incluem a desnutrição e doenças mentais (BRASIL, 2008, p. 19).

Desta forma, com a progressiva ocorrência desses eventos, manifesta-se uma preocupação maior com os riscos climáticos e seus possíveis impactos ao planeta. De maneira geral, a forma violenta e incessante do homem explorar a

natureza está alterando o clima da Terra. A exemplo se pode citar a extinção de certas espécies de animais tão importantes para o equilíbrio da natureza quanto a vida do ser humano; a constante poluição das águas provocada muitas vezes, pelos rejeitos das indústrias e do próprio ser humano que deposita lixo nos mares, rios e lagos; a poluição do ar provocada pela queima de combustíveis fósseis gerando altos índices de poluição atmosférica, entre outras.

Nesta perspectiva, o trabalho norteia-se na seguinte questão de pesquisa: de que forma é possível realizar educação ambiental com alunos de nono ano do ensino fundamental nas aulas de matemática?

Buscando responder a esse questionamento realizamos nossa pesquisa propondo aos alunos o uso do filme “O dia depois de amanhã”, para introduzir conceitos elementares da Teoria do Caos, e esclarecer os alunos acerca de possíveis alterações climáticas decorrentes do comportamento negligente do homem para com o planeta. O filme “O dia depois de amanhã” dirigido por Roland Emmerich, traz em seu roteiro uma abordagem ilustrativa do que pode acontecer se o ser humano não modificar suas atitudes para com o meio ambiente.

A pesquisa apresenta em sua introdução as possíveis consequências das alterações climáticas extremas sobre as comunidades de vida se ações imediatas de prevenção não forem realizadas. Na segunda seção do artigo apresentamos o conceito da Teoria do Caos, bem como exemplos de sistemas caóticos. A seção três ficou destinada a explicitar a origem e como se desenvolve a educação ambiental no Brasil. Já a quarta seção apresenta uma sinopse do filme “O dia depois de amanhã” (2004), utilizado na pesquisa enquanto que a seção cinco apresenta a metodologia do uso desse recurso na aula de Matemática. Para concluir a pesquisa a seção seis foi destinada a explicitar os resultados e as discussões.

A Teoria do Caos

O termo *Caos*, já existe desde muito tempo, e embora seu significado atualmente tenha tomado outras proporções, na antiguidade relacionava-se com crenças religiosas sobre o princípio do mundo.

No Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa encontramos: “Caos, em diversas tradições mitológicas, vazio primordial de caráter uniforme, ilimitado e indefinido, que precedeu e propiciou o nascimento de todos os seres e realidades do universo. Mistura de coisas ou ideias em total desarmonia” [...] (HOUAISS, 2009, p. 390).

Do mesmo modo, ao buscarmos o Dicionário Aurélio, também da Língua Portuguesa encontramos: “Nas mitologias e cosmogonias pré-filosóficas, vazio obscuro e ilimitado que precede e propicia a geração do mundo; abismo. Grande confusão ou desordem.” (FERREIRA, 1999, p. 394).

Embora o sentido encontrado para a palavra, hoje, não esteja muito distante dos significados utilizados na antiguidade, os estudos científicos permitem descrever o Caos, como coexistência entre ordem e desordem matemática nas sequências de movimentos dos fenômenos.

O primeiro cientista a estudar o caos foi Jules Henri Poincaré, no início do século XX. O estudioso criou os fundamentos matemáticos até hoje utilizados pela teoria. Conforme Ekeland (1995), Poincaré, em sua obra *Les Methodes Nouvelles de La Mecanique Celeste*, mostra que os modelos lineares utilizados até o momento, por mais aperfeiçoados que tenham sido, jamais conseguiriam descrever as órbitas planetárias, pois as trajetórias são muito mais complexas do que os estudos anteriores propunham.

Em 1963, Edward Norton Lorenz, matemático e meteorologista, retoma os estudos e busca teorizar o fenômeno. Conforme o autor, o caos pode ser assim descrito:

[...] podemos descrevê-lo como um comportamento que é determinístico, ou quase, caso ocorra em um sistema tangível possuindo uma pequena quantidade de aleatoriedade, mas que não aparenta ser determinístico. Isso quer dizer que o estado presente determina completamente, o futuro, sem parecer fazê-lo. [...] (LORENZ, 1996, P. 21).

Os sistemas determinísticos, descritos pelo autor, referem-se a modelos não-lineares, que são sensivelmente dependentes das condições iniciais e se ocorrer uma pequena aleatoriedade no sistema, poderá ocorrer uma grande mudança na evolução do processo. Contudo, o desenvolvimento dos modelos não-lineares, só foi possível após a revolução da informática, que possibilitou a realização de cálculos que durante quatro séculos passaram despercebidos

por serem resolvidos através de arredondamentos numéricos. Sem a informática, não seria possível construir o *Atractor de Lorenz* e o caráter caótico do sistema solar (EKELAND, 1995)

De acordo com Lorenz (1996), através da análise de fenômenos meteorológicos, considerados como caóticos, é possível verificar a imprevisibilidade dos fenômenos atmosféricos, que apresentam o *Efeito Borboleta*. Nas palavras do autor: "(...) o bater de asas de uma borboleta no Brasil desencadeia um tornado no Texas?" (Lorenz. 1996, p. 219), ou seja, pequenas causas podem provocar grandes efeitos.

Para Savi (2007), a natureza está repleta de não-linearidades, ou seja, observa-se um ritmo irregular em muitos fenômenos, o que impossibilita uma previsão mais acertiva sobre determinado processo. "O paradigma linear estabelece que pequenas causas estão associadas a pequenos efeitos. O pensamento não-linear por sua vez, não estabelece essa relação e considera que pequenas causas podem provocar grandes efeitos." (SAVI, 2007, p. 2)

Pode-se citar como exemplo de sistemas caóticos, conforme (Lorenz, 1996; Ekeland, 1995; Savi, 2007): o clima atmosférico, o sistema solar, o movimento de Marte e da Terra, as arritmias cardíacas, entre outros.

A educação ambiental no Brasil

Após o início da crise ambiental no Brasil buscou-se respostas práticas e teóricas para enfrentamento desse declínio, assim, emerge uma inquietação de como utilizar a educação para impulsionar o movimento, promover convicções e atitudes favoráveis à preservação do meio ambiente.

Todavia, o que não se tinha pensado, é que a educação também é um subsistema dependente do macrossistema social, e que desta forma, as concepções e práticas educacionais se subordinam a um contexto histórico mais amplo, submetendo também a abordagem da questão ambiental.

Nesse sentido, a discussão sobre a educação ambiental encontra desafios constantes por meio de clivos que pleiteiam o campo do ambientalismo e da sustentabilidade. Um dos desafios é a educação ambiental conservacionista, que, do ponto de vista pedagógico assim expressa-se:

[...] a EA conservacionista se expressa de maneira individualista e comportamentalista por compreender que a gênese dos problemas ambientais está mais relacionada à esfera individual, moral e privada do que à esfera coletiva, pública e política e, nesse sentido, voluntária ou involuntariamente, se associa a uma interpretação liberal ou mesmo neoliberal da crise ambiental. Seu diagnóstico da destruição ambiental, com ênfase nos indivíduos, conclui que estes agem dessa maneira porque desconhecem a dinâmica ecossistêmica e sua relação com a vida humana (LIMA, 2009, p. 155).

Em contraponto, a educação ambiental crítica na intenção de enfraquecer a educação ambiental conservacionista incitou o desejo de uma restauração profunda nos diversos segmentos que envolvem o ambiente educativo tais como: suas metodologias, princípios epistemológicos, grade curricular, relação entre si e com o entorno do ambiente escolar, interdisciplinaridade, entre outros.

Desta forma, ao longo da década de 90, alguns fatos agitaram a educação ambiental de forma crescente. Dentre eles podemos citar a Conferência da Rio 92, (1992), que serviu como estímulo para o diálogo e cooperação entre o movimento social e ambiental que até então eram vistos como antagônicos.

De acordo com Lima (2009):

[...] talvez a Conferência do Rio em 1992 – Rio- 92- tenha sido o momento mais ilustrativo dessa tessitura socioambiental, na medida em que estimulou o diálogo entre grupos representantes de ambos os movimentos, permitindo a descoberta de reivindicações e objetivos de luta convergentes que mereciam ser cultivados (LIMA, 2009, p. 157).

Posteriormente a realização da Rio 92, ocorre um aumento significativo de pessoas atuantes na educação, tanto de escolas quanto de universidades que abarcam a educação ambiental. Este período foi marcado por uma renovação, uma nova identidade e ocorreram alianças políticas bastante relevantes para a reorganização do próprio movimento. Conforme Loureiro & Lima (2012):

[...] ao longo da década de 90, observam-se as primeiras ações concretas de maior envergadura do MEC, que promove iniciativas de formação de professores, cria o primeiro Programa Nacional de Educação Ambiental e institui o tema transversal meio ambiente nos Parâmetros Curriculares Nacionais (LOUREIRO & LIMA, 2012, p. 246).

Além disso, conforme nos informa Lima (2009), nesta mesma fase foram elaborados o Tratado da educação ambiental para a responsabilidade social, a carta da Terra e as Sociedades sustentáveis, documentos imprescindíveis para a orientação ética e política do campo. Formou-se ainda a REBEA (Rede nacional de Educação ambiental, cujo objetivo era o de realizar dois Fóruns Nacionais de Educação Ambiental.

No período que decorreu da década de oitenta até início da década de noventa, amadurecia a ideia de desenvolvimento sustentável, uma vez que tanto a situação econômica quanto a questão ambiental estavam em crise. Acreditava-se que a situação de ambas era complementar.

A partir do ano de 2000 ocorre um grande avanço nas pesquisas em Educação Ambiental especialmente da pós-graduação em educação, que dedicaram grande parte dos trabalhos científicos para a educação ambiental escolar. Também ocorreu um aumento na produção de dissertações e teses que tiveram como objeto de estudo a Educação Ambiental na escola.

Após o ano de 2002, com o novo governo, na época (Lula), que a relação educação e educação ambiental se consolida. Em 2002 ocorre o decreto de regulamentação da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), que em 1999 já havia sido publicada, porém não estava regulamentada. Ocorreram também neste período o avanço da institucionalização da educação ambiental, com a editoração de vários documentos oficiais, diretrizes, normas e material de suporte para formação política, estadual e municipal.

No ano de 2005, o grupo de estudos em educação ambiental passa a ser denominado Grupo de trabalho na Anped e hoje recebe uma numerosa quantidade de trabalhos que tratam da questão ambiental.

É importante ressaltar que o Ministério da educação e Cultura (MEC) intensificou várias ações e contribuiu para universalizar a presença da educação ambiental nas escolas.

De acordo com Loureiro & Lima (2012):

Em pesquisa realizada em 2006, cerca de 96% das escolas brasileiras declararam realizar a educação ambiental (seja como projeto, disciplina, tema transversal, via projeto político pedagógico, integração entre duas ou mais disciplinas, entre outras opções não necessariamente excludentes entre si), com patamares quantitativos

bastante equivalentes entre todas as regiões do Brasil. (LOUREIRO & LIMA, 2012, p. 246).

Os autores ressaltam ainda, que não foi só por iniciativa e ação do Estado que a educação ambiental foi incorporada à educação, mas sim por um movimento único de professores e alunos que por sua conta criaram parte das ações escolares.

Conscientizar os estudantes sobre as consequências de violentar a natureza, bem como a emergência de preservá-la precisa ser abordada de forma coletiva e interdisciplinar devendo ser realizada em todas as fases de escolarização. Conforme a lei 9795 o tema que envolve a educação ambiental deve ser explorado na educação básica, educação superior, educação especial, educação profissional e educação para jovens e adultos, conforme vemos a citação da lei na íntegra:

Art. 9º Entende-se por educação ambiental na educação escolar a desenvolvida no âmbito dos currículos das instituições de ensino públicas e privadas, englobando:

I - educação básica:

- a) educação infantil;
- b) ensino fundamental e
- c) ensino médio;

II - educação superior;

III - educação especial;

IV - educação profissional;

V - educação de jovens e adultos (BRASIL, 1999, p. 03).

A Proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para a Educação Ambiental também propõe em suas diretrizes gerais a explanação da Educação ambiental de forma incessante em todas as áreas e modalidades de ensino, relacionando o meio ambiente com outras dimensões, conforme explicita-se a seguir:

Abordagem da Educação Ambiental com uma dimensão sistêmica, inter, multi e transdisciplinar, de forma contínua e permanente em todas as áreas de conhecimento e componentes curriculares em projetos e atividades inseridos na vida escolar e acadêmica, enfatizando a natureza como fonte de vida e relacionando o meio ambiente com outras dimensões como pluralidade étnico-racial, enfrentamento do racismo ambiental, justiça social e ambiental, saúde, gênero, trabalho consumo, direitos humanos, dentre outras (BRASIL, 1996, p. 15).

Finalmente, há de se destacar aqui, que educar para o meio ambiente é responsabilidade de todas as áreas do conhecimento que se preocupem com o cenário de degradação que vivenciamos com a contemporaneidade.

O Filme da proposta

O dia depois de amanhã (2004), com duração de 124 minutos, teve como diretor Roland Emmerich. Esta ficção científica começa mostrando Jack Hall (Dennis Quaid), climatologista e sua equipe, em uma expedição na Antártida. No momento em que retiravam amostras para sua pesquisa, uma parte do gelo se desprende, formando uma grande cratera. Depois do incidente, assustado com as dimensões da área deslocada, o climatologista tenta advertir as autoridades, durante uma conferência da ONU (Organização das Nações Unidas), sobre o que poderia estar acontecendo e o que poderia vir a acontecer nos próximos tempos com o gelo polar e o clima no mundo. Jack alerta para o aquecimento global que poderia ocasionar uma grande catástrofe ambiental, pois devido ao fenômeno do aquecimento as calotas de gelo na Antártida poderiam estar derretendo.

Todavia, o climatologista não se fez suficientemente convincente, pois não havia previsto em qual tempo ocorreriam os fenômenos, deixando a ideia de que aconteceriam talvez, em algum dia de um futuro remoto.

Enquanto isso, na Escócia, o professor Terry Rapson (Ian Holm), que se fez presente na Conferência da ONU, e tendo dado créditos de confiança a Jack Hall, verifica que algumas boias colocadas no Atlântico Norte, teriam sofrido uma queda repentina de temperatura, demonstrando que algo diferente estava acontecendo no Oceano. Parecia estar evidente que o derretimento polar poderia estar provocando uma alteração nas correntes do Atlântico Norte. O professor Terry Rapson contacta imediatamente o climatologista, alertando sobre as prováveis mudanças climáticas que poderiam estar acontecendo nos próximos dias, assim como ocorreu na era do gelo.

Jack Hall, assustado, reúne-se com sua equipe e mais meteorologistas da NASA, com objetivo de criar um modelo de previsão, através dos dados coletados e chegam a conclusão de que a catástrofe ambiental antes prevista, já havia iniciado, pois o degelo das calotas polares, adiciona uma grande

quantidade de água doce nos oceanos, modificando as correntes marítimas, responsáveis pelo equilíbrio do sistema climático.

O desequilíbrio da natureza provoca catástrofes no mundo todo, com tempestades de neve em Nova Deli, chuva de granizo em Tóquio, tornados em Los Angeles, levando milhares de pessoas a buscar abrigo na esperança de sobreviverem aos efeitos do aquecimento global.

No final do filme, astronautas, em uma estação espacial, observam, depois das tempestades e da morte de milhares de pessoas, que ocorre uma redução significativa da poluição e a maior parte do hemisfério norte encontra-se agora coberto pelo gelo.

Metodologia

Para a realização da pesquisa optou-se pelo método do estudo de caso, uma vez que, além do aporte teórico utilizado, investigou-se a percepção e desempenho dos alunos frente à apresentação do material de aprendizagem nas aulas de Matemática.

Para Ponte (2006, p. 2), o estudo de caso é:

[...] uma investigação que se assume como particularística, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única ou especial, pelo menos em certos aspectos, procurando descobrir a que há nela de mais essencial e característico e, desse modo, contribuir para a compreensão global de um certo fenômeno de interesse (PONTE, p. 2, 2006).

Nesta perspectiva a dinâmica da aula desenvolveu-se em duas etapas: 1ª etapa (Elaboração do material de aprendizagem) e 2ª etapa (aplicação do material de aprendizagem).

Na primeira etapa foi realizada a análise do filme “O dia depois de amanhã,” possibilitando fixar ao material elaborado com recortes de cenas fílmicas o tema: “Mudança de comportamento em determinados eventos”, a fim de associar o conteúdo a ser explicitado a conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. O material foi organizado para ser apresentado em Power Point, enquanto que os recortes das cenas consideradas relevantes para o aprendizado foram realizados por meio do Movie Macker.

Entre um recorte e outro, foram organizadas pequenas falas, introdutórias da cena seguinte ou explicativas da cena anterior, ressaltando

aspectos importantes do conteúdo específico. A exemplo pode-se citar as cenas do filme que explicitavam alterações climáticas extremas, ocorridas pela fragilidade em que se encontrava o planeta Terra, por ocorrência da poluição tais como: temperaturas muito frias na Escócia, a ponto de congelar as pessoas vivas, tornados em Hollywood e uma chuva de granizo em Tóquio, com pedras tão grandes a ponto de tirar vidas. Entre estes recortes a ideia principal foi a de explicitar que isso ocorreu devido a poluição do meio ambiente, ou seja, qualquer alteração nas condições iniciais do processo, como o de poluição ambiental podem provocar grandes catástrofes. A cena em que o climatologista (Jack Hall), não consegue realizar a previsão dos eventos que poderiam ocorrer nas próximas horas, explicitou uma característica fundamental dos Sistemas Caóticos, que seria a Imprevisibilidade. De acordo com Lorenz (1996), por meio da análise de fenômenos meteorológicos, considerados como caóticos, é possível observar a imprevisibilidade dos fenômenos atmosféricos, que apresentam o Efeito Borboleta. Nas palavras do autor: “[...] o bater de asas de uma borboleta no Brasil desencadeia um tornado no Texas?” (Lorenz. 1996, p. 219), ou seja, pequenas causas podem provocar grandes efeitos. Após a elaboração do material de aprendizagem, foram elaboradas duas coletas de dados, nas quais, uma deveria ser realizada anteriormente a aplicação do material de aprendizagem e outra posteriormente, para que assim pudéssemos realizar uma análise comparativa dos resultados.

A primeira coleta abordava inicialmente, mudança de Comportamento em determinados eventos e posteriormente, questionava-se os conhecimentos dos aprendizes sobre a Teoria do Caos, Efeito Borboleta e sobre o que poderia acontecer com o clima na Terra se continuássemos a poluí-la. A segunda coleta de dados, realizada posteriormente a apresentação do material de aprendizagem, consistia em questões similares as da primeira coleta, contudo solicitava que os alunos fizessem alguns apontamentos descritivos quanto a sua resposta. Desta forma, nosso objetivo era o de que o aluno explicitasse o conceito, com suas próprias palavras. Isto nos permitiria analisar a evolução dos alunos em suas respostas descritivas.

Na segunda etapa, foram distribuídos questionários de oito questões para que fossem respondidos no tempo pré-estabelecido (15 minutos). O questionário constituía-se de seis perguntas de múltipla escolha, indagando

suas preferências por filme, conhecimentos sobre mudança de comportamento em determinados eventos e Teoria do Caos. As outras duas questões eram dissertativas enfocando uma abordagem ambientalista acerca da poluição do meio ambiente. Terminado o tempo, os questionários foram recolhidos e deu-se início a apresentação do material elaborado com recortes de cenas do filme. Os alunos estavam muito atentos nas cenas e nos comentários que fazíamos entre um recorte e outro. Pode-se dizer que 95% da turma prestava atenção, com exceção de um aluno que se sentou na última fileira da sala. Terminada a apresentação do material de aprendizagem, os alunos estavam perplexos com as cenas que acabaram de assistir, já que se tratava de alterações climáticas drásticas ocasionadas pelo descontrole do homem sobre a natureza. Muitos questionavam se de fato aquelas mudanças climáticas poderiam acontecer, e, aos poucos íamos discutindo e associando tais mudanças ao tema da Teoria do Caos e a necessidade de mudança de comportamento do ser humano para com a natureza. Neste momento, os alunos foram questionados sobre o material instrucional e sua importância para o entendimento do tema. Muitos manifestaram-se positivamente, dizendo que haviam gostado bastante, alguns se calaram. Tais percepções puderam ser observadas nas respostas descritivas do segundo questionário. Partimos então para a 2ª coleta de dados e após terminado de responder os questionários, todos aplaudiram e parabenizaram o trabalho, comentando que haviam gostado muito da didática na aula de matemática.

Resultados, discussão e considerações

A primeira coleta de dados via questionário denominamos “Atividades Investigativas”, será aqui expressa pela sigla Q1 e a segunda por meio de questionário aplicado após a apresentação do material de aprendizagem, a qual chamamos de “Verificação de Aprendizagem” será expressa pela sigla Q2. Isso posto, passamos para a análise dos dados, ressaltando que aqui serão discutidos alguns dos resultados, priorizando-se aqueles que consideramos mais relevantes para nossa proposta pedagógica.

Analisando as respostas das questões 3 e 5 do Q1, que abordavam “Mudanças de comportamento em determinados eventos”, constatou-se que

este tema , já era familiar para os aprendizes, atendendo o princípio fundamental da Teoria da Aprendizagem Significativa, em que o mais importante no processo de aprendizagem “é aquilo que o aluno já sabe”, conforme destacamos abaixo, utilizando-se das iniciais dos nomes dos alunos:
Questão 3: Você já observou que ocorrem mudanças de comportamento em determinados eventos, dos quais o homem não é capaz de precisar o tempo e nem a extensão da ocorrência? Se sua resposta for positiva, poderia dar um exemplo?

(x)sim () não “Furacão” (WL)

(x)sim () não “Maremoto, terremoto, furacão” (EP)

(x)sim () não “Mudanças temporais” (JL)

Na questão 5 do Q1, ao ser abordado o conceito de Imprevisibilidade, presente em eventos de comportamentos caóticos, pode-se verificar que praticamente todos os alunos tinham conhecimento acerca da imprevisibilidade dos eventos climáticos, conforme abaixo explicitado:

Questão 5: Diariamente são lançados boletins meteorológicos informando a previsão do tempo. Você acredita que os meteorologistas conseguem fazer suas previsões de forma segura, acertando todas as previsões?

() sim Por que? (x) não Por que? “A previsão pode mudar” (DB)

() sim. Por que? (x) não. Por que? “Porque o tempo está sempre sujeito a mudar” (EG)

() sim. Por que? (x) não. Por que? “Existe uma margem de erro. Não é possível prever exatamente.” (JL)

Quanto à preferência por filmes, os alunos também foram questionados, bem como das contribuições da utilização do filme; “O dia depois de amanhã”, como potencializador de ensino para o estudo da Teoria do Caos e para a educação ambiental, obtendo as seguintes respostas, no Q2:

Questão 2: O filme “O dia depois de amanhã” traz um roteiro com abordagem acerca do desequilíbrio climático, por consequência da poluição atmosférica. Você acredita que o filme contribuiu para o entendimento do conteúdo da Teoria do Caos? Justifique sua resposta:

“Sim. O filme mostrou que pode acontecer coisas absurdas na natureza” (WL)

“Sim. Acredito que o filme é um aviso sobre o que pode ocorrer com a Terra”.
(LE)

“Sim. Nos mostrou o que pode acontecer se não cuidarmos com a poluição”.
(JL)

As questões 4, 5, 8 e 9 do Q1, investigavam acerca de conhecimentos elementares da Teoria do Caos, deixando evidente através das respostas dos alunos, que os mesmos não tinham conhecimento sobre o assunto conforme explicitamos no quadro abaixo:

Figura 1: Investigação sobre o conhecimento da Teoria do Caos no Q1



Fonte: Questão 4 das atividades investigativas

Já na segunda coleta de dados, após a abordagem do tema proposto, foi possível realizar questionamentos, de forma que os alunos explicitassem o conhecimento adquirido após a utilização do organizador prévio, conforme podemos destacar na questão 2 do Q2, explicitando algumas das respostas acerca do seu entendimento sobre a Teoria do Caos:

Questão 2: O que você entende por “Teoria do Caos?”

“É aquilo que não segue padrão. Aquilo que é imprevisível” (EP)

“Alguns fenômenos que não podem ser exatamente previstos, decorrente a uma pequena alteração de sua forma inicial” (JB)

“Que não segue padrão, não tem uma forma exata” (RR)

“Quando a água doce se chocar com a água salgada, poderá acontecer pequenos ou grandes fenômenos” (MR).

Após análise dos dados constatou-se que foi notório o progresso dos alunos, após a apresentação do material de aprendizagem, haja vista que um grande grupo participante da intervenção, inicialmente relata nunca ter ouvido falar na Teoria do Caos e após apresentação do organizador prévio, grande

parte dos aprendizes conseguiu explicitar seu próprio conceito acerca do assunto, bem como sugeriu mudanças de comportamento para proteger o meio ambiente.

Utilizar-se do filme “O dia depois de amanhã”, não só contribuiu para a introdução da Teoria do Caos, como também foi providencial no sentido de conscientizar os aprendizes a preservar o meio ambiente, haja vista, que os recortes de cenas utilizadas para elaboração do organizador prévio explicitavam claramente as consequências que a poluição, pode trazer ao meio ambiente.

Referências

BRASIL. Governo Federal. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília: 1996.

BRASIL. **Mudanças climáticas e ambientais e seus efeitos na saúde: cenários e incertezas para o Brasil** /BRASIL. Ministério da Saúde; Organização Pan-Americana da Saúde. – Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2008, 40 pp: il.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Ambiental**. Lei 9795/99. Brasília, 1999.

EKELAND, Ivar. **Le Chaos**. Biblioteca Básica de Ciência e Cultura. Instituto PIAGET, Gráfica Manuel Barbosa & Filhos, Ltda. 1995.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário da língua portuguesa**. 5. ed. Curitiba: Positivo, 1999.

HOUAISS, Antônio.; VILLAR, Mauro de Salles. **Dicionário Houaiss de Língua Portuguesa**. Elaborado pelo Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia e Banco de Dados da Língua Portuguesa S/C Ltda. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

LIMA, Gustavo Ferreira da Costa. Educação ambiental crítica: do socioambientalismo às sociedades sustentáveis. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 145-146, jan./abr. 2009.

LORENZ, Edward Norton. **A essência do Caos**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1996, 278p.

LOUREIRO, Carlos Frederico.; LIMA, Maria Jacqueline Girão Soares. Ampliando o debate entre educação e educação ambiental. **Revista Contemporânea de Educação**, n. 14, ago/dez, São Paulo, 2012.

PONTE, João Pedro. **Estudo de caso em educação matemática**. Bolema, 25, (105-132). Este artigo é uma versão revista e atualizada de um artigo anterior, J. P. (1994). O estudo de caso na investigação em educação matemática. Quadrante, 3(1), pp (3-18) (republicada com autorização).

SAVI, Marcelo Amorim. **Caos e Complexidade: o filme da vida**. Almanaque reflexivo: Uma visão cognitiva de mundo a partir do que sabemos sobre neurônios e linfócitos. Editora Fiocruz, 2007.