

Museu de ciências e contextualização: um possível caminho para a alfabetização científica

Museum of science and contextualization: a possible path to scientific literacy

Resumo

Este artigo trata do desastre ambiental da barragem da Samarco em Mariana a partir de uma proposta de projeto interdisciplinar desenvolvida com estudantes do Ensino Fundamental, envolvendo um museu de ciências interativo. O objetivo foi oportunizar subsídios teóricos e práticos acerca das causas e consequências do desastre ambiental da barragem da Samarco em Mariana por meio da visita a um museu interativo, a fim de contribuir para que os estudantes propusessem estratégias para prevenir ou minimizar os impactos causados por esse tipo de acidente. O método empregado nesta pesquisa foi a modelagem, na qual analisamos, por meio da semiótica, os modelos desenvolvidos pelos estudantes em contraponto aos seus pré-modelos. No processo, evidenciamos indícios de uma possível alfabetização científica dos estudantes.

Palavras chave: Desastre Ambiental. Interdisciplinaridade. Museu Interativo. Modelagem na Educação.

Abstract

This article deals with the environmental disaster of the Samarco dam in Mariana, based on an interdisciplinary project proposal developed with Elementary School students, involving an interactive science museum. The objective was to provide theoretical and practical support on the causes and consequences of the environmental disaster of the Samarco dam in Mariana through a visit to an interactive museum in order to help students to propose strategies to prevent or minimize the impacts caused by this type of accident. The method used in this research was the modeling, in which we analyze, through the semiotics, the models developed by the students in counterpoint to their pre-models. In the process, we evidence evidence of a possible scientific literacy of the students.

Key words: Environmental Disaster. Interdisciplinarity. Interactive Museum. Modeling in Education.

Introdução:

O rompimento da barragem de rejeitos da Samarco em novembro de 2015 foi considerado, segundo Azevedo (2016), o maior desastre com barragens da história. Conforme um laudo técnico preliminar divulgado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA (2015), o desastre resultou, entre outros impactos socioambientais, na morte de trabalhadores da Samarco e de moradores das comunidades afetadas; no desalojamento de populações; na destruição de 1.469 hectares de vegetação, incluindo Áreas de Preservação Permanente (APP); na diminuição de biodiversidade aquática e terrestre; na interrupção da pesca e do turismo por tempo indeterminado; na alteração dos

padrões de qualidade da água doce, salobra e salgada.

No intuito de formar sujeitos críticos é importante que as escolas trabalhem temas relacionados ao contexto sociocultural no qual os estudantes estão inseridos. Devido ao fluxo de informação característico da sociedade moderna, desastres ambientais desse porte acabam por afetar o cotidiano das pessoas, mesmo que esse tenha ocorrido fora da cidade em que vivem. Por ser um tema de grande impacto midiático, o desastre ambiental de Mariana despertou o interesse dos estudantes, portanto é primordial que os professores utilizem de tal interesse para estimular a aprendizagem dos alunos, uma vez que o interesse e a predisposição para aprender são elementos fundamentais para que ocorra aprendizagem.

A partir de uma disciplina de um curso de *strictu senso*, de uma universidade privada de Porto Alegre, que tem como foco oportunizar aos acadêmicos conhecimentos que possam ser usados para elaboração de atividades e projetos num museu interativo, foi elaborado um projeto interdisciplinar com o objetivo de abordar o desastre ambiental do rompimento da barragem da Samarco em Mariana. A atividade propiciou subsídios teóricos e práticos para que os estudantes propusessem estratégias de prevenção ou minimização dos impactos causados por esse tipo de acidente.

Além de estimular a pesquisa sobre perturbações ambientais ocorridas no acidente a fim de prever efeitos naturais, produtivos e sociais e instigar o espírito investigativo-científico por meio da experimentação em um museu de ciências interativo, o projeto foi desenvolvido a partir de uma proposta que utilizou a Modelagem como método de ensino. Esse método, segundo Biembengut (2014), é um meio para o professor contribuir para que os estudantes possam visualizar, representar e resolver situações problemas.

O artigo está organizado em cinco seções: a Introdução apresenta o tema escolhido, a justificativa, os objetivos e o modo como o texto está organizado. Os Aportes Teóricos trazem o estudo dos autores sobre os temas que servem como base para elaboração do projeto. Em Procedimentos Metodológicos e Síntese das Ocorrências são apresentados dados sobre a escola em que o projeto foi aplicado, os sujeitos que participaram desse estudo, as intervenções pedagógicas juntamente com a síntese das atividades realizadas com os estudantes durante seu desenvolvimento.

Na parte da Discussão dos Resultados são relatados os progressos no processo de ensino e aprendizagem, analisados por meio de questionários respondidos pelos estudantes antes e após o desenvolvimento do projeto. Por fim, nas Considerações Finais, são analisadas as contribuições do projeto interdisciplinar e do museu interativo na prática pedagógica.

Aportes Teóricos:

Com a evolução dos meios de informação e das tecnologias, as escolas deixaram de ser o centro de conhecimento, devido à possibilidade da busca por informação em fontes diversas. Os museus de ciências se apresentam como espaços alternativos ao ambiente escolar, onde o estudante pode aprender conceitos científicos de maneira a suprir possíveis falhas deixadas pela educação formal da escola. Esses ambientes são caracterizados como espaços não-formais de aprendizagem, definidos “[...] como qualquer espaço diferente da escola onde pode ocorrer uma ação educativa” (JACOBUCCI, 2008, p. 56). Tal ação educativa constitui a educação não-formal, que segundo Marandino (2008), conceitua-se como uma atividade de qualquer sorte organizada fora do sistema de educação formal, tanto separadamente das atividades realizadas na escola ou como parte de uma atividade mais abrangente.

Para Ferraro (2014), o museu se estrutura à partir de uma organização disciplinar, porém a interdisciplinaridade torna-se possível ao olhar do público. Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, a interdisciplinaridade

[...] pressupõe a transferência de métodos de uma disciplina para outra. Ultrapassa-as, mas sua finalidade inscreve-se no estudo disciplinar. Pela abordagem interdisciplinar ocorre a transversalidade do conhecimento constitutivo de diferentes disciplinas, por meio da ação didático-pedagógica mediada pela pedagogia dos projetos temáticos (BRASIL, 2013, p. 28).

Sob a perspectiva da interdisciplinaridade, um museu de ciências apresenta diversas possibilidades, uma vez que concentra em seu espaço o conhecimento atribuído à cada uma das disciplinas da ciência. Conforme Marandino (2008), quando tratamos do público escolar, devemos considerar a relação museu-escola como uma interação cooperativa, onde os objetivos de ambas instituições são contemplados. Para que esse alinhamento ocorra, o professor deve ter papel ativo na estruturação das atividades a serem realizadas no museu.

O Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS (MCT-PUCRS), situado na cidade de Porto Alegre/RS, apresenta mais de setecentos experimentos interativos das diversas áreas da ciência, assim como dioramas e atrações especiais. Para Soares (2010), devido às possibilidades educacionais apresentadas por esse espaço, o MCT-PUCRS surge como um ambiente de complementação ao ensino de ciências das escolas da região Sul do Brasil, além de exercer papel importante na popularização da ciência e da tecnologia no contexto em que se encontra.

As ferramentas presentes num museu interativo, como o MCT-PUCRS, propiciam aos estudantes um ambiente onde possam elaborar conjecturas e concepções sobre diversos temas e problemas devido à sua diversidade de experimentos e sessões; dessa forma, torna-se possível o desenvolvimento de estratégias de ensino com a Modelagem. Nesse sentido, Biembengut (2014) reforça que Modelagem se trata de um processo de pesquisa, constituindo parte do processo de elaboração de modelos de qualquer área do conhecimento. De acordo com a autora, o processo de Modelagem é constituído de três etapas principais, sendo essas a percepção e apreensão, compreensão e explicitação e a significação e expressão.

A etapa de percepção e apreensão percebe-se os entes envolvidos na situação problema, a fim de apreendê-la. Esse processo pode ocorrer por meio de um estudo indireto, por meio de livros, revistas especializadas e outros, ou por meio de um estudo direto, como experiências em campo ou dados experimentais obtidos com auxílio de especialistas da área. Na etapa de compreensão e explicitação se divide na formulação do problema, na formulação do modelo e na resolução. Busca-se nessa etapa a propor um sistema conceitual com o objetivo de explicitar os dados, baseando-se na compreensão criteriosa da situação-problema. Para tal, classificamos as informações relevantes, formulamos hipóteses e pressupostos, identificamos as constantes e variáveis envolvidas dando-lhes a simbologia adequada, para então formularmos um modelo que nos leve a solução da situação-problema ou nos leve à mesma. Em sequência, faz-se a aplicação desse modelo. (BIEMBENGUT, 2014).

Após a aplicação do modelo, inicia-se a terceira etapa do processo – significação e expressão. Nessa etapa, interpretamos e avaliamos os resultados obtidos por meio da aplicação do modelo, para então verificarmos a adequabilidade e a relevância da solução encontrada; ou seja, valida-se o modelo. Caso o modelo atenda de forma satisfatória à situação em questão, busca-se descrever, deduzir ou verificar outros fenômenos ou deduções, mostrando sua significação.

Diante do exposto, o uso da Modelagem para resolver a situação-problema relacionada ao desastre ambiental da barragem em Mariana, permite ações reflexivas que contribuem com o processo de alfabetização científica. Essa ideia é coerente com a afirmação de Chassot (2003, p. 91):

Entender a ciência nos facilita, também, contribuir para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza. Assim teremos condições de fazer

com que essas transformações sejam propostas, para que conduzam a uma melhor qualidade de vida.

Nessa perspectiva, Chassot (2003) também afirma que a alfabetização científica contribui para que os estudantes percebam a utilidade da ciência e, dessa forma, consigam tomar decisões para resolução de problemas.

Procedimentos Metodológicos e Síntese das Ocorrências:

O projeto foi realizado com sessenta e três estudantes, 32 meninas e 31 meninos, constituintes de duas turmas de nono ano do Ensino Fundamental de uma escola privada de Viamão, Rio Grande do Sul. Além dos estudantes, o projeto contou com a participação dos professores de Biologia, Física, Química e Matemática, que contribuíram com os conhecimentos específicos de cada disciplina para auxiliar os estudantes a compreender o tema a partir da interdisciplinaridade.

Para oportunizar esse estudo interdisciplinar, o método escolhido para o desenvolvimento das atividades foi a Modelagem, pois “[...] é um método de pesquisa utilizado, em particular, nas Ciências. Os procedimentos são essencialmente os mesmos da pesquisa científica [...]” (BIEMBENGUT, 2012, p. 30). Para Biembengut (2014), a Modelagem é baseada em um processo constituído por três etapas: percepção e apreensão, compreensão e explicitação e a significação e expressão.

a) Percepção e apreensão

Nesta etapa, os estudantes foram divididos em 19 grupos e dentro destes, responderam a um pré-questionário cujo objetivo era identificar os conhecimentos prévios dos mesmos sobre o ocorrido em Mariana. Segundo Kato e Kawasaki (2011), trazer os conhecimentos relacionados às vivências dos alunos para os contextos escolares torna-se um importante fator de aprendizagem, pois dá sentido aos conhecimentos aprendidos. Além de perguntas sobre o desastre, foi proposto que os alunos elaborassem desenhos de possíveis mecanismos de prevenção ou de minimização dos impactos socioambientais ocasionados por desastres similares aos da barragem em Mariana. Tais modelos iniciais serão referidos no presente trabalho como pré-modelos.

Após o questionário, os estudantes assistiram a uma reportagem sobre o acidente, para então formularem perguntas a respeito do que mais lhes chamou a atenção. Para Freschi e Ramos (2009), tais questionamentos expressaram suas necessidades em termos de conhecimento, assim como o que lhes interessa aprender em relação à situação apresentada. Baseados nesses questionamentos, os estudantes realizaram uma busca na Web, no laboratório de informática da escola, no intuito de aprofundar os seus conhecimentos em relação ao desastre. Essa atividade, mediada pelos professores, serviu de aporte teórico aos estudantes para as etapas seguintes.

b) Compreensão e explicitação

Nesta etapa do projeto, a seguinte situação-problema foi lançada para os estudantes: *Que mecanismo poderia ser desenvolvido para prevenir ou minimizar as causas e consequências de um desastre como o que ocorreu em Mariana?* A partir do problema, foi realizada uma aula interdisciplinar de caráter expositivo-dialogado com três docentes, sendo esses da Física, Química e Biologia, onde cada um pode contribuir com os conhecimentos de suas disciplinas para auxiliar os estudantes na elaboração de seus modelos. Para Zabala (2010, p. 40), é essencial que os estudantes saibam “[...] agir, mobilizar, de forma integrada, conhecimentos e atitudes mediante uma situação-problema, de forma que a situação seja resolvida com eficácia.”

Na sequência, ocorreu a visita ao MCT-PUCRS, com a finalidade de encontrar subsídios práticos para a construção dos modelos. Os grupos de estudantes receberam um roteiro com sugestões de experimentos, pois as atividades a serem desenvolvidas no Museu dependiam da

resolução do problema definida por cada grupo. Ao final da visita os grupos deveriam ter interagido com, no mínimo, cinco experimentos diferentes. Para cada experimento os estudantes elaboraram um resumo incluindo uma breve descrição, juntamente com a explicação de como o processo envolvido em cada um deles auxiliou no desenvolvimento do modelo de sistema de prevenção escolhido pelo grupo.

Posteriormente, na sala de aula, embasados pelas respostas obtidas na atividade de busca na Web da etapa anterior, pela a aula interdisciplinar e pelos experimentos observados na visita ao museu, os estudantes reelaboraram seus projetos de protótipo de mecanismos de prevenção ou de minimização dos impactos socioambientais ocasionados por desastres similares aos da barragem em Mariana, a partir daqueles que foram descritos no questionário inicial. Por fim, resolveram o problema com a construção dos modelos em forma de protótipos.

c) Significação e expressão

Nesta etapa ocorreu a validação do modelo. Para isso, foi organizada uma mostra com a apresentação dos protótipos no saguão da escola, para que professores de outras áreas pudessem avaliar e para que as outras turmas prestigiassem o trabalho desenvolvido. Por fim, os 19 grupos responderam a um pós-questionário; junto a esse, os estudantes fizeram desenhos de seus protótipos finais, de maneira semelhante ao que foi feito no início das atividades. Esses desenhos – produtos finais do processo de modelagem – serão referidos nesse trabalho como modelos.

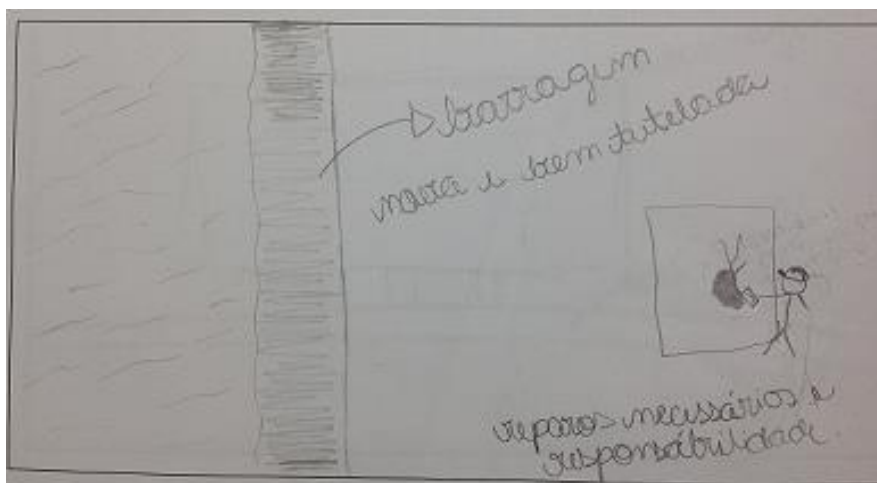
O método utilizado para a análise dos modelos desenvolvidos foi a análise semiótica de imagens que, segundo Martine (1996), resume-se na busca pela interpretação dos signos presentes em uma determinada imagem, sendo reconhecidos como representações dos conceitos compreendidos pelo sujeito. Os modelos finais foram comparados com os pré-modelos, buscando as diferenças entre os signos expostos.

Discussão dos Resultados:

Os conhecimentos prévios dos estudantes referentes a uma proposta de prevenção ou minimização dos impactos socioambientais em casos de acidentes com barragens foram identificados na primeira etapa do projeto, por meio de questionário respondido pelos 19 grupos de estudantes previamente organizados. Do total de grupos, 5 foram selecionados para análise. A escolha destes foi realizada por meio de sorteio.

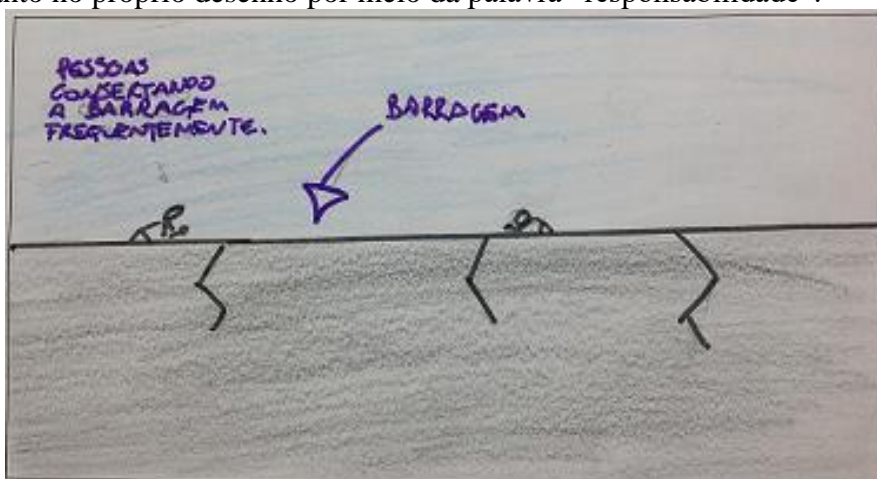
A pergunta presente no questionário escolhida para análise, juntamente aos modelos de cada grupo, foi: Que medidas podem ser tomadas para prevenir ou minimizar possíveis impactos causados por acidentes como o que ocorreu na barragem em Mariana? Tal escolha emerge da relação direta dessa pergunta com o desenho elaborado pelos estudantes representando suas propostas de prevenção e minimização de efeitos do desastre. Dessa forma, foi possível analisar a coerência das respostas com os desenhos produzidos dos modelos. As respostas dos estudantes serão apresentadas em itálico para diferenciá-las do restante do texto.

A partir da análise do pré-questionário, identificou-se que dois grupos optaram por uma proposta de prevenção de acidentes. Destes, dois relataram que essa prevenção pode ser realizada por fiscalização e manutenção mais frequentes e eficazes. Conforme o Grupo 4: *“Cuidados e vistorias frequentes são medidas que podem ser tomadas para prevenir esse tipo de acidente”* (Desenho 1). Em concordância, o Grupo 5 afirma: *“Para prevenir acidentes nas barragens é necessário fiscalização e manutenção frequentes”* (Desenho 2).



Desenho 1. Pré-modelo de prevenção desenvolvido pelo Grupo 4.

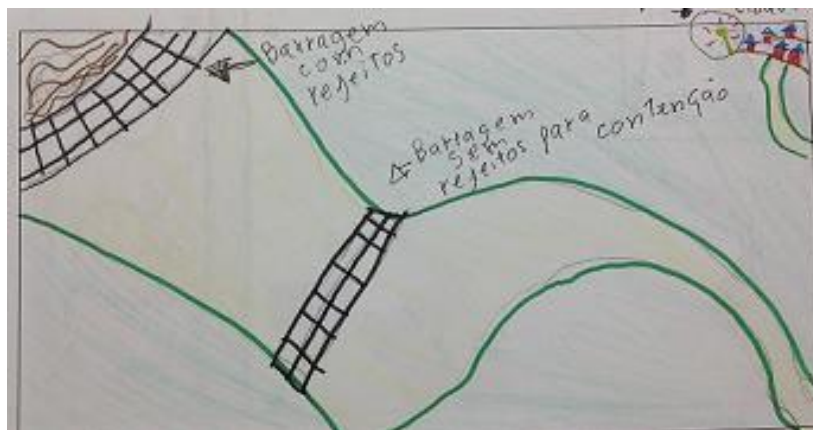
O pré-modelo representado pelo desenho 1 demonstra uma ideia rudimentar de manutenção da estrutura da barragem. O desenho representa a barragem cheia, com rachaduras, sendo consertada por um funcionário. Percebe-se também o entendimento por parte do grupo de que há necessidade de constante vistoria e zelo pela estrutura, fato expresso tanto no texto de sua resposta quanto no próprio desenho por meio da palavra “responsabilidade”.



Desenho 2. Pré-modelo de prevenção desenvolvido pelo Grupo 5.

O pré-modelo do desenho apresenta significados semelhantes ao desenho 1, pois representa a barragem já sem estado deteriorado (três rachaduras) com dois funcionários no topo da mesma realizando os reparos. Novamente temos a ideia da vistoria constante e do cuidado pela estrutura, porém ainda representados de maneira ingênua.

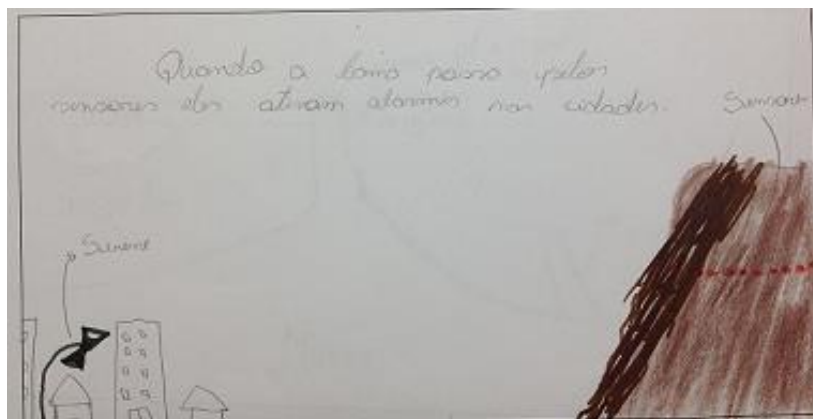
Os outros três grupos escolheram uma proposta de minimização dos impactos caso o acidente ocorra. Destes, dois elaboraram propostas para diminuir os efeitos do acidente nas cidades próximas as barragens. “*Construção das barragens o mais longe possível da população, construção de uma barragem sem rejeitos para contenção caso a outra romper e sirene de alerta na cidade mais próxima*” (Grupo 1).



Desenho 3. Pré-modelo de prevenção desenvolvido pelo grupo 1.

O grupo 1 estabeleceu um mecanismo de redução de efeitos baseado em uma barragem subsequente para conter os rejeitos, caso a primeira seja rompida. Vale reparar que a segunda barragem é representada com uma espessura menor do que a primeira, o que indica um possível entendimento de que a água contaminada aplicaria sobre a segunda barragem uma pressão menor do que na primeira. A ideia da sirene representada tanto no desenho quanto na resposta escrita não indica nenhum sistema de acionamento para a mesma.

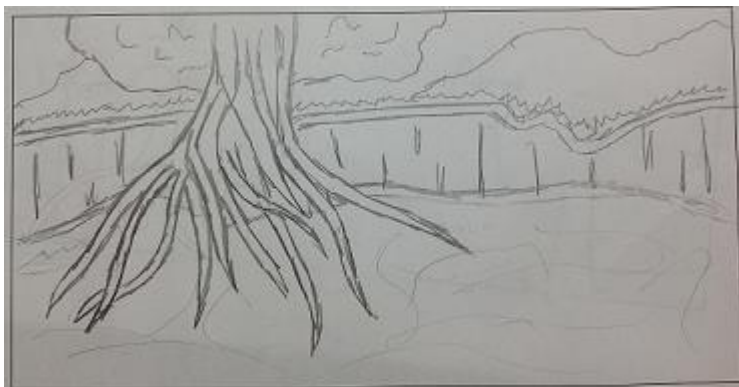
Já o grupo 2, afirma: “Quando a lama passa pelos sensores eles ativam alarmes nas cidades”.



Desenho 4. Pré-modelo de prevenção desenvolvido pelo grupo 2.

O grupo 2 apresenta em seu pré-modelo um conceito de automação em relação ao sistema de ativação das sirenes de alerta; não é especificado, entretanto, qual tipo de sensor seria utilizado, ou seja, o que o sensor detectaria (o movimento da lama, a sua composição, etc.).

Ainda na proposta de minimização de impactos, um grupo definiu modelos para redução dos impactos ambientais: “A plantação de matas ciliares para retirada dos metais pesados do rio” (Grupo 3).



Desenho 5. Pré-modelo elaborado pelo grupo 3.

O pré-modelo desenvolvido pelo grupo 3 traz como solução a utilização de plantas para remover os metais pesados presentes na água do rio. Não é explícito, no desenho ou na escrita, qual seria o destino dessas plantas, ou que aconteceria depois de que os metais pesados fossem supostamente absorvidos por essas.

As respostas dos estudantes evidenciam que estes possuem conhecimentos prévios de como prevenir ou minimizar os impactos provenientes de um possível rompimento de uma barragem, porém não têm clareza de como estruturar esses mecanismos ou de como eles funcionam. Foram evidenciados alguns conceitos divergentes do conhecimento científico, como a não conservação da matéria, entendida pelo grupo que não se preocupou com o que aconteceria com os metais pesados absorvidos por plantas na região.

Não houve detalhamento dos processos de prevenção e minimização de impactos desenvolvidos pelos grupos; os desenhos e as respostas escritas apresentavam apenas uma ideia geral da estrutura dos mecanismos. Tal fato pode significar pouco conhecimento científico acerca dos princípios e fenômenos naturais representados pelos pré-modelos. A seguir, serão apresentados os modelos finais desenvolvidos pelos grupos ao término das atividades.

Grupo 1:

Resposta do pós-questionário: *“Construir as barragens o mais longe possível das cidades e instalar sirenes nas cidades mais próximas, que serão acionadas automaticamente quando os metais magnéticos contidos na lama passarem por ímãs instalados próximos a barragem”.*



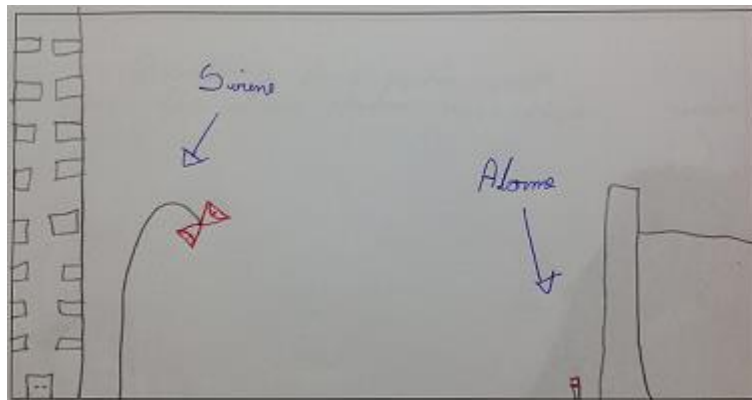
Desenho 6. Modelo desenvolvido pelo grupo 1.

O grupo 1 apresenta no seu modelo final a preocupação com a maneira pela qual as sirenes de alerta serão ativadas, o que não apareceu no pré-modelo. A expressão “metais magnéticos” refere-se ao entendimento de que nem todo metal é atraído por ímãs, logo apenas aqueles que de fato o são (chamados de ferromagnéticos) seriam capazes de acionar as sirenes, uma vez

que os sensores utilizados seriam ímãs. Os conceitos relacionados ao eletromagnetismo apresentados pelo modelo representam um nível elementar de entendimento, pois não há diferenciação entre ímã e eletroímã, conceito que não aparece no desenho ou na escrita, e que seria crucial para o acionamento da sirene. Outra nova preocupação foi com distanciamento entre a barragem e a cidade (200 quilômetros, segundo o escrito no desenho).

Grupo 2:

Resposta do pós-questionário: *“Alarmes próximos a barragem com ímãs, quando os metais passarem por eles acionam as sirenes colocadas nas cidades.”*



Desenho 7. Modelo desenvolvido pelo grupo 2.

O grupo 2 manteve sua proposta de posicionar sirenes dentro das cidades. O sensor utilizando agora é especificado, diferentemente do pré-modelo elaborado pelo grupo. Mais uma vez, é apresentado um nível elementar de compreensão de fenômenos eletromagnéticos; sabe-se que há uma relação entre eletricidade e magnetismo, mas essa não é detalhada. Assim como no grupo 1, foi utilizado o termo ímã ao invés de eletroímã.

Grupo 3:

Resposta do pós-questionário: *“Fazer uma barragem com centros de tratamento de água para que a água não se acumule (gerando pressão sobre a barragem) e para que possa voltar para o rio sem risco de contaminação.”*

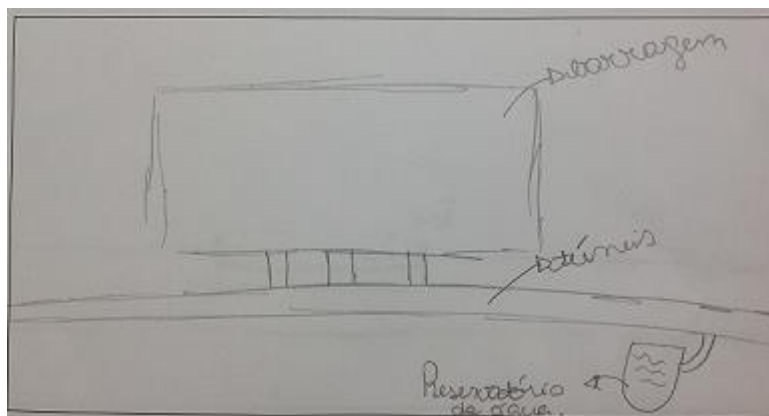


Desenho 8. Modelo desenvolvido pelo grupo 3.

O pré-modelo do elaborado pelo grupo 3 apresentava o plantio ciliar como método de tratamento da água. O modelo final apresentado pelo grupo estrutura-se em um sistema de tratamento de água, além de uma preocupação com os efeitos da pressão de água sobre a barragem. O funcionamento dos centros de tratamento não é detalhado, porém expressa-se a ideia de que a água irá voltar ao rio, por isso deve ser descontaminada.

Grupo 4:

Resposta do pós-questionário: “Fazer três túneis com um principal com reservatório de água para quando a lama descer a água ser liberada e se juntar com ela, ocorrendo o processo de decantação.”



Desenho 9. Modelo desenvolvido pelo grupo 4.

A ideia inicial do grupo 4 era a de reparar rachaduras na barragem conforme essas fossem surgindo, por meio de vistorias frequentes. O modelo apresenta uma proposta diferente, onde a água da barragem seria descontaminada por meio de um processo de decantação, o que demonstra o conhecimento da existência desse método de separação de misturas. Não há clareza na montagem do sistema, porém o desenho parece representar a barragem suspensa, como se fosse um reservatório artificial construído sobre o solo.

Grupo 5:

Resposta do pós-questionário: “Utilização de sirenes que seriam ativadas por meio de peças magnéticas.”



Desenho 10. Modelo desenvolvido pelo grupo 5.

A ideia inicial do grupo 5 consistia em realizar reparos no topo da barragem conforme o aparecimento de rachaduras. No modelo final, apresentam um sistema de alerta baseado em sirenes, as quais seriam ativadas devido a um mecanismo magnético não especificado. O desenho também apresenta um abrigo para os moradores da cidade, caso haja o rompimento da barragem.

Considerações Finais:

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de uma proposta interdisciplinar para oportunizar subsídios teóricos e práticos acerca das causas e consequências do desastre ambiental da barragem da Samarco em Mariana por meio da visita a um museu interativo a fim de contribuir para que os estudantes propusessem estratégias para prevenir ou minimizar os impactos causados por esse tipo de acidente. O planejamento das atividades do projeto teve

como método a Modelagem na Educação e apoio pedagógico dos experimentos observados na visita ao Museu Interativo. Procurou-se compreender se o seu desenvolvimento promoveu a alfabetização científica nos estudantes.

A análise dos resultados demonstra que foi oportunizado aos estudantes subsídios teóricos e práticos acerca das causas e consequências do desastre ambiental da barragem da Samarco em Mariana e a saída de estudos a um museu interativo contribuiu efetivamente na elaboração de estratégias para prevenir ou minimizar os impactos causados por esse tipo de acidente. Assim, foi identificada uma possível alfabetização científica dos estudantes, em um nível elementar, de conceitos relacionados à área das Ciências, como: impactos socioambientais, composição da matéria, recursos energéticos, cinemática e eletromagnetismo. Tal alfabetização pode ser evidenciada pelo aumento do detalhamento no funcionamento dos mecanismos de prevenção e minimização de efeitos para um caso de rompimento de uma barragem similar à de Mariana. Notamos que a utilização de mecanismos baseados em fenômenos eletromagnéticos foi mencionada em quase todos os modelos analisados. Acreditamos que isso deva-se ao fato de que o Museu de Ciências visitado pelos estudantes apresenta uma área dedicada especificamente a essa área da Física. Por mais que as explicações dadas para o funcionamento dos mecanismos hipotéticos apresentados nos modelos são seja de plena coerência científica, foi possível verificar a aprendizagem de conceitos por parte dos estudantes.

Agradecimentos e apoios

CAPES e Coordenação do MCT-PUCRS.

Referências

- AZEVEDO, A. L. Acidente em Mariana é o maior da História com barragens de rejeitos. **O Globo**, Rio de Janeiro, 17 nov. 2016. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/brasil/acidente-em-mariana-o-maior-da-historia-com-barragens-derejeitos-18067899>>. Acesso em: 26 mar. 2016.
- BIEMBENGUT, M. S. Perspectivas metodológicas em educação matemática: um caminho pela modelagem e etnomatemática. **Caderno Pedagógico**, v. 9, n. 1, p. 27-38, 2012.
- BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem matemática no ensino fundamental**. Blumenau: EDIFURB, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília: MEC, 2013. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=15541-d-c-n-educacao-basica-nova-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 05 maio 2016.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**. n. 22. jan./fev./mar./abr. 2003. p. 89-100.
- FERRARO, J. S. Museus e Interdisciplinaridade. **Contexto & Educação**. Ijuí: Editora Unijuí, Ano 29, n. 93, Maio/Ago. 2014.
- FRESCHI, M; RAMOS, M.G. Unidade de aprendizagem: um processo em construção que possibilita o trânsito entre senso comum e conhecimento científico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 8, n. 1, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Laudo técnico preliminar:** impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais, nov. 2015. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias_ambientais/laudo_tecnico_preliminar.pdf> . Acesso em: 25 mar. 2016.

JACOBUCCI, D. C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Revista Em Extensão**, Uberlândia, v. 7, n. 1, p. 55-66, 2008.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011.

MARANDINO, M. (org) **Educação em museus: a mediação em foco**. São Paulo: FEUSP, 2008.

MARTINE, J. **Introdução** à Análise da Imagem. São Paulo: Papirus, 1996.

SOARES, C. S. **O processo de significação da experiência museal: um estudo sobre o contexto pessoal de professores de ciências**. 2010. 134 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

ZABALA, A. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.