

Artigo Teórico

Modelagem Matemática e Aerogeradores: Uma Possibilidade para Interdisciplinaridade na Sala de Aula



Lorita Aparecida Veloso Galle¹
Jackson Luís Santos de Vargas²
Isabel Cristina Machado de Lara³

Resumo

Este artigo trata do ensino sobre aerogeradores a partir de um projeto interdisciplinar desenvolvido com estudantes de Ensino Fundamental, utilizando como recurso pedagógico um museu interativo. O objetivo foi investigar como uma proposta de ensino com atividades desenvolvidas no espaço formal e no espaço museal, tendo como método de ensino a Modelagem Matemática, pode criar condições que possibilitem a interdisciplinaridade. A proposta foi aplicada em uma turma do nono ano do Ensino Fundamental, de uma escola pública da cidade de Guaíba, RS, integrando as disciplinas de Matemática, Física, Química, Geografia e Língua Portuguesa. Por meio de uma Análise Textual Discursiva de respostas dadas pelos estudantes a um questionário, fica evidente que um museu interativo possibilita a aprendizagem e instiga a participação dos estudantes em sala de aula. Também é possível compreender que a modelagem matemática pode trazer ludicidade, autonomia e criatividade durante a construção de modelações experimentais, bem como a realização de trabalhos interdisciplinares.

Palavras-chave: Ensino da Matemática. Museu Interativo. Interdisciplinaridade. Modelagem Matemática.

Introdução

O espaço museal pode constituir um ambiente capaz de instigar a curiosidade, o questionamento e promover a aprendizagem. Em particular, os museus interativos possibilitam interação com os experimentos, motivando o público para o contato com conceitos científicos por meio de uma abordagem mais prazerosa.

As informações que são apresentadas dentro de um museu interativo buscam estimular o interesse e apropriação do conhecimento de modo mais instigante. Para Borges, Lima e Imhoft (2008, p. 10) “[...] é possível desenvolver a inteligência, a autonomia e a criticidade através de trabalhos interativos e participativos”.

¹Mestranda em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS; Porto Alegre, RS, Brasil. Bolsista: FAPERGS/CAPES; loritaveloso@hotmail.com

²Mestrando em Educação em Ciências e Matemática; PUCRS; Porto Alegre, RS, Brasil, santosdevargas@gmail.com

³Doutora em Educação; UFRGS/RS; Pós Doutorado em Educação em Ciências e Matemática PUCRS; Professora Permanente do Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS; Porto Alegre, RS, Brasil, isabel.lara@puers.br

**MODELAGEM MATEMÁTICA E AEROGERADORES:
UMA POSSIBILIDADE PARA INTERDISCIPLINARIDADE NA SALA DE AULA**

A partir de uma disciplina de um curso *stricto sensu*, que tem como objetivo propiciar aos acadêmicos subsídios teóricos e práticos para o planejamento e execução de projetos envolvendo ações interdisciplinares que utilizem o Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS (MCT-PUCRS) como recurso pedagógico, foi elaborado e aplicado um projeto interdisciplinar, foco deste artigo. Com o título “Aerogeradores”, o projeto constituiu-se na integração entre os componentes curriculares de Matemática, Ciências da Natureza (Química e Física), Geografia e Língua Portuguesa. Sua aplicação ocorreu em uma turma do nono ano do Ensino Fundamental de uma escola pública da cidade de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul, composta por dezesseis estudantes com idades entre treze e dezesseis anos, sendo seis meninos e dez meninas.

Além de oportunizar aos estudantes um estudo de forma interdisciplinar e estimular, entre os docentes, práticas que utilizem o museu interativo como desencadeador de novos aprendizados, o projeto apresentou uma proposta que utilizou a Modelagem Matemática como método de ensino. Tal método de ensino foi escolhido no intuito de propiciar aos estudantes um significado prático, contextualizado e holístico aos conteúdos ensinados.

Para compreender o alcance desses objetivos, foram coletados dados por meio de um questionário aplicado aos estudantes na conclusão do projeto. Como método de análise, optou-se pela Análise Textual Discursiva (ATD) de acordo com as contribuições de Moraes e Galiazzi (2013).

Interdisciplinaridade, Modelagem Matemática e Museu Interativo.

A organização curricular predominante atualmente nas escolas apresenta um “modelo linear disciplinar”, que impede que a educação de um sujeito seja capaz de proporcionar-lhe conhecimentos que possam levá-lo a compreender o mundo que o cerca de forma integral e, assim, agir sobre ele de forma positiva, por meio da interdisciplinaridade (SANTOMÉ, 1998).

As Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica - DCNEB (BRASIL, 2012) destacam a interdisciplinaridade como um modo de transpor a metodologia de um componente curricular para outro: “Pela abordagem interdisciplinar ocorre a transversalidade do conhecimento constitutivo de diferentes disciplinas, por meio da ação didático-pedagógica mediada pela pedagogia dos projetos temáticos” (p. 28). Tais projetos “[...] facilitam a organização coletiva e cooperativa do trabalho pedagógico, embora sejam ainda recursos que vêm sendo utilizados de modo restrito e, às vezes, equivocados” (BRASIL, 2012, p.28).

**MODELAGEM MATEMÁTICA E AEROGERADORES:
UMA POSSIBILIDADE PARA INTERDISCIPLINARIDADE NA SALA DE AULA**

Além disso, conforme as DCNEB, a interdisciplinaridade viabiliza o movimento de aprender, diminuindo o caráter compartimentado das disciplinas, favorecendo o diálogo ativo entre as várias áreas do conhecimento e utilizando um tema comum para esta organização. Com essa visão, não há um abandono das disciplinas, mas sua integração como parte de um todo para resolver os questionamentos acerca de um tema comum. Para Fazenda (1979, p.40), “[...] a interdisciplinaridade pressupõe uma intersubjetividade, não pretende a construção de uma superciência, mas uma mudança de atitude frente ao problema do conhecimento”.

A partir da década de 1970, no âmbito da Educação Matemática, destaca-se a Modelagem Matemática como um método de ensino que pode criar condições para o desenvolvimento de uma proposta interdisciplinar. Constituindo-se inicialmente como um método de pesquisa (BASSANEZI, 2004), ela pode ser aplicada tanto na Educação Básica, quanto no Ensino Superior. Para Bassanezi (2004, p.24), a Modelagem Matemática “[...] consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual.”.

Na mesma perspectiva, Biembengut (2014, p.21) afirma que “[...] Modelagem é o processo envolvido na elaboração de modelo de qualquer área do conhecimento. Trata-se de um processo de pesquisa.”. Ao adotar esse método em sala de aula, o professor contribui para que o estudante possa “[...] identificar, descrever, comparar e classificar os objetos e coisas ao redor; visualizar e representar os mais diversos entes; representar e resolver situações problemas e ainda melhor compreender os entes que rodeiam.” (BIEMBENGUT, 2000, p.2).

A Modelagem, segundo a autora, perfaz três etapas: percepção e apreensão; compreensão e explicação; representação e modelação. Na primeira, o professor busca instigar o interesse do estudante em tratar de um tema presente em seu contexto, levando-o a familiarização com o tema e ao levantamento de dados e informações. Na segunda, o problema é formulado e o professor desenvolve os conteúdos curriculares pertinentes ao tema em evidência. Ao final dessa fase, espera-se que o estudante tenha compreendido o conteúdo abordado, sendo capaz de aplicá-lo em situações semelhantes. Por fim, resolve-se a situação-problema buscando validar o modelo encontrado.

Vale destacar que, cada vez mais, espaços fora do âmbito escolar participam do processo de aprender por oferecerem informações que vão ser convertidas em conhecimento. Nesse sentido, Marandino (2005) reforça a utilização dos museus nesse processo como um local de divulgação e educação, proporcionando uma linguagem

**MODELAGEM MATEMÁTICA E AEROGERADORES:
UMA POSSIBILIDADE PARA INTERDISCIPLINARIDADE NA SALA DE AULA**

acessível, além de momentos de descontração, o que motiva o aprendizado para os sujeitos fora do espaço formal da escola.

Os museus interativos, especialmente, oportunizam o contato com uma série de experimentos que apresentam um caráter diferenciado dos demais. Para Fantinel e Ramos (2009) um experimento interativo é “[...] um experimento pronto, que ilustra determinado fenômeno que estamos estudando e permite ao estudante participar do mesmo, interagindo e obtendo resultados condizentes com seus conhecimentos prévios” (p. 174). Os autores destacam que esse tipo de experimento se diferencia daqueles realizados dentro da sala de aula, pois estes são apresentados normalmente em forma de roteiros prontos, onde os estudantes devem dar conta de um determinado resultado ou observação, enquanto os experimentos interativos são capazes de mobilizar emoções que propiciam o envolvimento dos estudantes em projetos mais expressivos.

Desenvolvimento das ações

Ao optar pela Modelagem como método de ensino, as atividades desenvolvidas foram pensadas a partir de suas três etapas. Passamos, a seguir, a descrição de cada uma delas.

1ª Etapa: percepção e apreensão

A primeira etapa consistiu-se na apresentação do projeto aos professores regentes de Matemática, Geografia, Química, Física e Língua Portuguesa. Os professores se reuniram com a intenção de discutir sobre a integração das disciplinas compreendidas a partir da interdisciplinaridade e, por meio de conversas informais, cada um organizou suas intervenções pedagógicas, conforme o quadro 1, a seguir:

Resumo dos conteúdos para serem trabalhados sobre o tema “Aerogeradores”		
Componente curricular	Conteúdos priorizados antes da visitação	Conteúdos priorizados após a visitação
Matemática	Revisão de proporção Matemática básica Geometria (área e volume) Custa da energia	Medidas de comprimento, massa e volume (transformações) Razão e proporção Gráficos e tabelas
Física	Energia e suas transformações Sustentabilidade	Energia: Tipos, transformação, viabilidade Unidades de energia Como medir a energia produzida? Velocidade dos ventos Custos da energia Construção de uma maquete de aerogerador
Química	Composição do ar (misturas)	Tabela periódica Composição do ar Materiais utilizados para a construção dos aerogeradores
Geografia	Formação dos ventos	Países que mais utilizam a energia eólica Aspectos positivos e negativos dos vários tipos de energia
Língua Portuguesa	Tipos de textos (texto explicativo)	Tipos de textos Redação de um texto argumentativo sobre o as conclusões obtidas

Quadro 1 – Intervenções pedagógicas das diferentes disciplinas
Fonte: Elaborado pelos autores

**MODELAGEM MATEMÁTICA E AEROGERADORES:
UMA POSSIBILIDADE PARA INTERDISCIPLINARIDADE NA SALA DE AULA**

Durante essa fase, diferentes atividades foram desenvolvidas pelos professores: leitura e discussão de textos; documentário⁴ sobre a temática; visitas orientadas ao laboratório de informática para a visualização geográfica de alguns parques eólicos do estado, em especial, de Osório. Além disso, os estudantes receberam diretrizes para a elaboração de trabalhos a partir de informações e dicas buscadas na internet.

2ª etapa: compreensão e explicação

A segunda etapa do projeto constitui-se da visita dos estudantes ao MCT-PUCRS, com o acompanhamento orientado dos professores de Matemática, Química e Geografia que, juntamente com os mediadores do museu, proporcionaram aos estudantes a oportunidade de vivenciarem e de se apropriarem de conceitos fundamentais para a compreensão da geração de energia. Adicionado a isso, puderam compreender as transformações e o funcionamento de um aerogerador, tanto por meio de explicações sobre energia eólica, energia sustentável e renovável, como pela observação das miniaturas disponíveis no museu.

Ao retornarem à escola, os estudantes participaram de um seminário com o professor de Matemática, apresentando pontos positivos e negativos ocorridos durante a visita. O professor fez algumas perguntas referentes a pontos específicos, encerrando a aula com uma apresentação feita por meio de multimídia, sobre vantagens e desvantagens da implantação dos parques eólicos pelas cidades.

3ª etapa: representação e modelação

Na última etapa do projeto, no laboratório de Ciências, após se organizarem em grupos de quatro integrantes, os estudantes iniciaram a construção de maquetes de aerogeradores, baseando-se nas observações realizadas durante a visita ao museu. Para a construção dos aerogeradores, foram utilizados quatro *coolers*⁵ de computadores usados, como matéria prima principal. Previamente, foram modificadas as ligações elétricas dos *coolers* para que passassem de geradores de vento para geradores de energia.

Durante essa aula prática de aerogeradores, o professor de Matemática utilizou um ventilador para simular a energia fornecida pelos ventos. Por meio de lâmpadas de *led*, os alunos testaram a eficiência da produção de energia alternativa e sustentável. Os estudantes ajudaram a fazer as ligações dos objetos nas maquetes dos aerogeradores e também aprenderam a medir a energia por meio de um aparelho chamado multímetro.

⁴Disponível em: < <http://www.youtube.com/watch?v=TZXAOlfc15Y>>, acesso em: maio de 2014.

⁵Palavra inglesa que significa refrigerador.

**MODELAGEM MATEMÁTICA E AEROGERADORES:
UMA POSSIBILIDADE PARA INTERDISCIPLINARIDADE NA SALA DE AULA**

Nesse momento, os estudantes puderam compreender alguns pontos referentes à produção e utilização de energia, observados durante a visita ao MCT-PUCRS. Após a aula prática no laboratório de Ciências da escola, os estudantes responderam a um questionário elaborado com algumas questões referentes ao projeto.

A finalização aconteceu com um seminário no qual foram apresentados os textos produzidos, as vivências por parte dos estudantes e também a apresentação de todo o processo inicial, intermediário e final dos resultados observados pelos professores, em forma de *slides*. Houve também, nesse momento, a apresentação dos modelos construídos por cada grupo. A figura 1 apresenta alguns desses modelos.

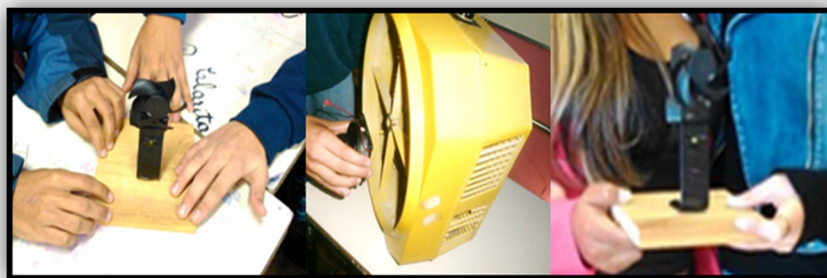


Figura 1 – Modelos construídos pelos estudantes
Fonte: Imagem captada pelos autores

Análise dos dados coletados

Os estudantes responderam a um instrumento que continha os seguintes questionamentos: *1. De onde provém a Energia Eólica? 2. Atualmente se utiliza a energia eólica para mover o quê? 3. Cite pelo menos duas vantagens e duas desvantagens acerca da utilização da Energia eólica. 4. Qual sua opinião quanto à utilização de energias sustentáveis?*

Após a reunião dos dados coletados, foi utilizada a ATD que, segundo Moraes e Galiuzzi (2013, p. 7), “[...] corresponde a uma metodologia de análise de dados e informações de natureza qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos”. Esse processo consiste em desmontar, unitarizar e codificar os textos, reescrevendo-os de tal modo que eles assumam significados mais completos possíveis.

Para analisar as respostas dos estudantes, foram escolhidas três categorias *a priori*: *a energia eólica e os aerogeradores; as vantagens e as desvantagens dos parques eólicos; a utilização de energias sustentáveis.*

Na primeira categoria *a priori*, as respostas de 16 estudantes convergiram para categoria intermediária emergente *energia eólica é a energia que provém do vento.* Os

MODELAGEM MATEMÁTICA E AEROGERADORES:
UMA POSSIBILIDADE PARA INTERDISCIPLINARIDADE NA SALA DE AULA

estudantes concordam que atualmente é utilizada principalmente para mover os aerogeradores e que posteriormente a transformação em energia elétrica distribuída principalmente aos moradores locais.

Ao analisar a segunda categoria *a priori*, foi possível perceber unidades de significados agrupados em três categorias intermediárias: *zero de poluição*; *descentralização de produção de energia*; *poluição sonora e visual*.

A primeira categoria intermediária emergiu a partir da resposta dada por 11 estudantes que citaram a inexistência da poluição na implantação de aerogeradores em parques eólicos, portanto, *zero de poluição*. Seis estudantes alertaram para o fato positivo da *descentralização de produção de energia* com a instalação de parques eólicos. Sobre as desvantagens, nove estudantes trouxeram à tona os riscos para pássaros migrantes e a *poluição sonora e visual*, principalmente para cidadãos.

Em relação à utilização de energias sustentáveis, a primeira categoria intermediária observada emerge da resposta de 16 sujeitos de pesquisa ao concordarem com *o cuidado necessário com o meio ambiente* e o possível crescimento desse tipo de energia no futuro. Catorze estudantes destacaram o benefício de utilizar *aerogeradores como forma alternativa de preservação* e sustentabilidade para as próximas gerações. Além disso, três sujeitos de pesquisa compararam os aerogeradores com *modernos moinhos de vento*, devido ao seu formato e sua funcionalidade.

Considerações finais

Este estudo objetivou verificar as contribuições de um museu interativo como recurso pedagógico por meio de uma proposta que utiliza da Modelagem Matemática como método de ensino. Em relação à utilização do museu interativo, verificou-se sua eficiência para atrair a atenção dos estudantes, facilitando de uma forma lúdica e interativa a compreensão de conceitos. Deve-se ressaltar que o planejamento, feito em conjunto pelos professores que integraram o projeto, operacionalizou a interdisciplinaridade, além de possibilitar que a visita não fosse apenas um modo de apreciação do museu, mas que estivesse articulada às atividades desenvolvidas em sala de aula, evidenciando a potencialidade dos fenômenos estudados. Além disso, evidenciou uma modificação da rotina escolar e o fortalecimento do vínculo entre docentes e discentes.

Com os resultados obtidos a partir do desempenho dos estudantes na construção da maquete, foi possível constatar a eficiência da utilização da Modelagem Matemática como

MODELAGEM MATEMÁTICA E AEROGERADORES:
UMA POSSIBILIDADE PARA INTERDISCIPLINARIDADE NA SALA DE AULA

método de ensino que, aliada à interdisciplinaridade, auxiliou na compreensão do funcionamento dos aerogeradores de um modo holístico. As categorias de análise encontradas por meio da ATD mostram que os estudantes apropriaram-se do assunto estudado, compreendendo-o e tomando consciência dos impactos que a ciência e a tecnologia podem representar para a sociedade. A investigação assinala que os estudantes aprenderam de modo mais aprofundado e complexo tais fenômenos, principalmente devido à desfragmentação das disciplinas durante o desenvolvimento do projeto, tornando-os pesquisadores ao lado de seus professores, vistos como mediadores do processo de aprendizagem.

Referências

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Editora Contexto, 2004.

BIEMBENGUT, M. S Modelagem & Etnomatemática: pontos (in) comuns. In: **Congresso Brasileiro de Etnomatemática**, 1., 2000, São Paulo. Anais CBEm1 – Congresso Brasileiro de Etnomatemática, São Paulo: FEUSP, 2000. CD-ROM.

_____. **Modelagem Matemática no Ensino Fundamental**. Blumenau: EDIFURB, 2014.

BORGES, R. M. R.; LIMA, V. M. R.; IMHOFT, A. L. Museu Interativo e educação em Ciências. In: BORGES, R. M. R. B.; MANCUSO, R.; LIMA, V. M. R. (Orgs.) **Museu Interativo: fonte de inspiração para a escola**. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação da Educação Básica**. Brasília: MEC, 2012. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br>> . Acesso em 12 jul 2015.

FANTINEL, J. A.; RAMOS, M. G. Experimentos Interativos como Motivadores para o Ensino pela Pesquisa. In: BORGES, R. M. R.; IMHOFF, A. L.; LIMA, R. M. R. **Contribuições de um Museu Interativo - à educação em ciências e matemática**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009.

FAZENDA, I. C. A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?** São Paulo: Edições Loyola, 1979.

MODELAGEM MATEMÁTICA E AEROGERADORES:
UMA POSSIBILIDADE PARA INTERDISCIPLINARIDADE NA SALA DE AULA

MARANTINO, M. A Pesquisa educacional e a Produção de Saberes nos Museus de Ciências. *A Pesquisa Educacional*. São Paulo, v.12, p.161-181. 2005.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. *Análise textual discursiva*. 2.ed. Ijuí: Editora da UNIJUÍ, 2013.

SANTOMÉ, J. T. *Globalização e Interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Porto Alegre, Artes Médicas, 1998.



FILIE-SE JÁ!

Regionais em todo o território brasileiro!
www.sbemrasil.org.br



Veja mais em www.sbemrasil.org.br