

MODELAGEM MATEMÁTICA A PARTIR DE UM SISTEMA ELÉTRICO FOTOVOLTAICO

Maurício Lorenzon - mauriciolorenzon95@gmail.com
Italo Gabriel Neide - italo.neide@univates.br
Janaina Ruppel - jana13585@hotmail.com
Joeser Guimarães - joeserguim@hotmail.com
Márcia Jussara Hepp Rehfeldt - mreinfeldt@univates.br
Maria Madalena Dullius - madalena@univates.br
Wolmir José Böckel - wjbockel@univates.br

Contextualização

São evidentes as deficiências encontradas no ensino de Ciências Exatas no Brasil. De acordo com estudos recentes caiu de 22%, em 2007, para 12%, em 2011, o percentual de alunos do quinto ano com rendimento ou conhecimento adequado para tal grau de ensino. Isto corrobora que os problemas relacionados ao ensino de Ciências Exatas não estão apenas nas universidades, mas no ensino básico (DIÁRIO, 2013, texto digital).

De acordo com Alessandro Jaques Ribeiro, presidente da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), estes problemas estão diretamente relacionados à formação de professores, pois estes não são mais estimulados a ingressar no curso do magistério por conta dos baixos salários. Ele também cita diversos fatores que podem estar influenciando no rendimento dos estudantes. Segundo o presidente, na maioria das vezes, as escolas são mal equipadas; os alunos não são estimulados o suficiente e, muitas vezes os pais não participam da vida escolar de seus filhos (DIÁRIO, 2013, texto digital).

Ribeiro também comenta que o ensino da matemática nas escolas consiste basicamente no processo de memorização, processo que é denominado Aprendizagem Mecânica e na resolução de problemas com conteúdos pouco associados à realidade sociocultural dos alunos.

A fim de proporcionar aos estudantes uma aprendizagem mais significativa, está em desenvolvimento no Centro Universitário UNIVATES, a pesquisa intitulada Tendências no Ensino, a qual abrange três focos de pesquisa, a saber: Tecnologias no Ensino, Modelagem Matemática e Trabalhos Interdisciplinares. O grupo com foco em Modelagem Matemática tem por objetivos discutir diferentes formas de conduzir atividades de modelagem matemática e elaborar, desenvolver e analisar propostas de ensino que

envolvam Modelagem Matemática com características da Aprendizagem Significativa.

Segundo Ausubel (2003, p. 3), “a aprendizagem significativa envolve uma interação seletiva entre o novo material de aprendizagem e as ideias preexistentes na estrutura cognitiva”, ocorrendo uma ancoragem, ou seja, uma ligação de ideias preexistentes com as novas ao longo do tempo. Essa relação deverá ocorrer de forma não arbitrária e substantiva com algum aspecto relevante do conhecimento do aprendiz.

Para que a aprendizagem ocorra de fato, de acordo com Ausubel (2003), três fatores devem ser considerados. O primeiro está relacionado com a existência de subsunçores necessários para a modelação e resolução da situação problema. O segundo fator deve-se ao material ser potencialmente significativo. A disposição apresentada pelos alunos, terceiro fator, deve ocorrer independente do material a ser estudado.

Acredita-se que para despertar o interesse dos alunos, frente ao material apresentado, é necessário partir de problemas que estejam associados ao cotidiano, ou a suas áreas de interesse. Neste sentido, a Modelagem Matemática pode auxiliar neste processo. De acordo com Bassanesi (2006), ela consiste em transformar problemas da realidade em problemas matemáticos, cujas soluções matemáticas serão interpretadas na linguagem usual.

Barbosa (2003, p. 4) define Modelagem Matemática como "um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a problematizar e investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade". No contexto de Modelagem Matemática aplicada a sala de aula há um consenso entre os autores que a modelagem em sala de aula pode proporcionar um aprendizado mais significativo, como apontam Silva, Kato e De Paulo (2012). Segundo estes autores é possível estabelecer relações entre a modelagem matemática e a teoria da aprendizagem crítica, haja vista as aproximações que ocorrem entre ambas, em especial no que tange à formação de cidadãos ativos na sociedade, questionadores e que usam seus conhecimentos para argumentar problemas reais e sociais.

No presente trabalho será apresentada uma proposta de Modelagem Matemática que pode ser utilizada no Ensino Médio ou no Ensino Superior, em

disciplinas que envolvam noções de unidades de medida, relações de gasto de energia e custos. A prática está relacionada ao tempo necessário para o ressarcimento referente à instalação de um sistema elétrico fotovoltaico.

Objetivos

- Apresentar uma prática de Modelagem Matemática com potencial de propiciar uma aprendizagem significativa.
- Despertar nos estudantes um espírito investigativo a fim de desenvolver a autonomia dos alunos.
- Expor a possibilidade de relacionar o ensino da matemática com o cotidiano.

Detalhamento das etapas

É possível observar o grande impacto socioambiental causado pelas tradicionais fontes geradoras de energia elétrica. Observa-se que as usinas hidrelétricas, entre outras desvantagens, causam inundações devido a construção das grandes barragens. Já nas usinas nucleares, o problema está relacionado a possíveis acidentes e a produção de resíduos, pois estes deveriam ser armazenados em locais seguros e isolados (KEENEY, 1971).

A partir do final da década de 1990, a geração de energia elétrica fotovoltaica aumentou significadamente, processo que foi impulsionado por programas de incentivo, essencialmente pelos governos alemão, espanhol e japonês, para aumentar a produção de energia e diminuir a liberação de gases causadores do efeito estufa (TOLMASQUIM, 2003).

O trabalho em sala de aula pode ser iniciado com o estudo de um texto referente às energias renováveis. Isto pode ser explorado em nível de ensino médio em paralelo com outras disciplinas, além da matemática e física.

O problema a ser relatado diz respeito ao tempo necessário para o ressarcimento da instalação, em um domicílio onde residem quatro adultos, de um sistema fotovoltaico *on-grid*, também chamado de *grid-tie*, ou seja, conectado a rede de distribuição de energia concessionária. Neste sistema não há armazenamento da energia excedente sendo que esta é "devolvida" à rede de distribuição. Isto ocorre durante o dia, pois o gasto neste período é menor devido à jornada de trabalho e disponibilização da iluminação solar. No período da noite, no qual cessa a geração nos painéis, os aparelhos utilizam a energia da rede de transmissão.

A resolução desta situação-problema requer a coleta dos seguintes dados: aparelhos utilizados em uma residência de dimensões em torno de 200m² e suas potências médias, o custo do quilowatt pago à concessionária responsável pela distribuição de energia da região, ICMS referente ao custo da energia, o orçamento de um sistema que supra parte do consumo da residência, entre outros dados que forem julgados relevantes. O quadro 1 foi formulado a partir de alguns destes dados e relações entre eles e pode ser utilizado como exemplo.


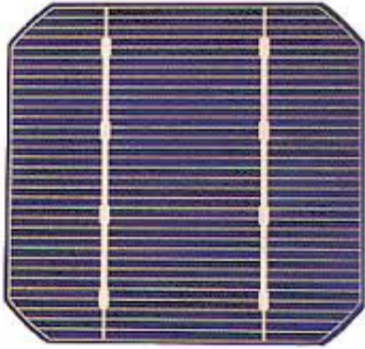

Quadro 1 – Utensílios existentes na casa

Equipamento eletrônico	Potência média de consumo (Watts)	Uso estimado (dias por mês)	Média de funcionamento (horas por dia)	Consumo médio mensal (kW/mês)	Custo (em reais)
2 Splits 10000 BTU	5400	20	4	432	112,32
Geladeira	60	30	24	43,2	11,23
Notebook	50	30	8	12	3,12
Computador	120	30	8	28,8	7,49
Monitor LCD	35	30	8	8,4	2,18
Máquina de lavar	500	12	1	6	1,56
Ferro elétrico	1000	12	1	12	3,12
TV LED 40'	100	30	5	15	3,90
TV LED 24'	60	30	3	5,4	1,40
TV LED 32'	80	30	3	7,2	1,87
DVD com H. T.	40	8	2	0,64	0,17
Modem ADSL	20	30	24	14,4	3,74
Roteador	15	30	24	10,8	2,81
Forno elétrico	1500	15	1	22,5	5,85
Chuveiro elétrico	4500	30	0,75	101,25	26,33
Telefone sem fio	12	30	24	8,64	2,25
20 Lâmpadas fluorescentes	300	30	5	45	11,70

Fonte: Autores da pesquisa, 2013.

As placas solares fotovoltaicas são geralmente compostas por células monocristalinas de silício, quadradas com os cantos arredondados que são fabricadas a partir do corte de fatias de um cristal de silício maior, e apresentam um rendimento de 15% a 20% na capacidade de conversão da energia luminosa em elétrica (TOLMASQUIM, 2003). No quadro 2 são representados exemplos de células e placas.

Cristal de silício	Célula de silício	Placa solar
--------------------	-------------------	-------------

		fotovoltaica
		 <small>www.wirexport.com</small>
<p>Fonte: http://www.blue-sol.com/energia-solar/energia-solar-como-funciona-tipos-de-celulas-fotovoltaicas/</p>	<p>Fonte: http://www.brsolar.com.br/site/dex.asp?area=sistemas_fotovoltaicos</p>	<p>Fonte: http://arquiteturadecasas.blogspot.com.br/2011/06/refrigeradores-solares.html</p>

Fonte: Autores da pesquisa, 2013.

De acordo com Barbosa (2003), a modelagem matemática pode ser utilizada de três formas, as quais o autor denomina de casos. Uma proposta para a utilização desta prática está relacionada ao primeiro caso, no qual os alunos irão apenas modelar e resolver o modelo a partir das informações apresentadas pelo professor. Este processo é mais indicado a professores que não possuem experiência na condução de atividades de modelagem, ou à aulas de curta duração.

Caso o professor disponibilize de um período mais longo ou já tenha conduzido uma prática de modelagem matemática, recomenda-se utilizar o processo que Barbosa (2003) define como segundo caso. Neste, o educador irá apenas apresentar o problema, cabendo aos alunos o processo de coleta de dados, formulação e resolução do modelo matemático. Vale ressaltar que, na modelagem matemática mais de um resultado numérico poderá ser apresentado e todos podem estar corretos. Cabe ao grupo de alunos responder a forma de condução e discussão dos resultados obtidos.

Uma alternativa para a resolução do problema consiste em formular um modelo para calcular o valor pago à concessionária. Este modelo matemático deverá calcular o gasto total mensal de quilowatts, que é o produto dos dias de uso dos aparelhos, média de horas de utilização diária e potência do aparelho. Este cálculo também poderia ser feito para um período mais longo, formulando o modelo para cálculos trimestrais, semestrais ou anuais. Neste momento, é importante que os estudantes tenham em sua estrutura cognitiva subsunções que possibilitem a realização de cálculos de porcentagem, pois será necessário para determinar o valor do ICMS.

Da mesma forma sugere-se calcular o custo mensal considerando a energia que seria gerada pelas placas. Essa energia deveria ser descontada do gasto total do domicílio. Para fins acadêmicos, o valor que seria pago pelo excedente de energia gerada pode ser considerado o mesmo valor que o cliente paga a concessionária.

Se comparados os resultados dos dois modelos obtém-se o valor da economia mensal, que será utilizado para o cálculo do ressarcimento. No decorrer das atividades, vários modelos poderão ser formulados. Propõe-se, porém, que seja formulado um modelo único a fim de calcular o tempo necessário para o ressarcimento, que inclua todos os demais modelos. Quando

utilizado em nível de ensino médio, este modelo geralmente será formulado sem relações de correção monetária.

Esta situação ainda possibilita trabalhar as unidades de medidas e conversões, pois a potência de aparelhos elétricos geralmente é informada em Watts, no entanto a quantidade de energia gerada pelas placas e o pagamento feito à concessionária é a partir de quilowatt. A construção de tabelas e gráficos podem auxiliar na comparação, validação dos resultados e apresentação dos resultados.

Para ocorrer uma aprendizagem de forma significativa, recomenda-se que os docentes tenham conhecimento dos subsunçores existentes na estrutura cognitiva dos seus alunos para visualizar a possibilidade modelação e resolução desta situação-problema.

Considerações finais

Esta situação ainda não foi utilizada em sala de aula, mas, acredita-se que a utilização da Modelagem no ensino da matemática e da física pode despertar nos alunos um interesse maior por estas áreas, como já mencionado anteriormente. No presente trabalho, partimos do pressuposto da utilização da modelagem matemática como prática pedagógica, para possibilitar aos estudantes uma aprendizagem de forma significativa.

A situação problema apresentada acima deve servir apenas como um exemplo de uma situação que pode ser explorada em sala de aula. Este material possibilita ainda outras atividades. De acordo com a realidade da escola, é possível realizar uma visita a uma residência que possua um sistema elétrico fotovoltaico instalado para posterior comparação e validação dos resultados ou, ainda, a uma empresa produtora de placas, para a obtenção de maiores informações.

Referências

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem Matemática na sala de aula**. Perspectiva, Erechim (RS), v. 27, n. 98, p. 65-74, junho/2003. Disponível em: <<http://www.uefs.br/nupemm/perspectiva.pdf>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. 3ª ed. São Paulo, Contexto, 2006.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no ensino**. São Paulo, Contexto, 2007.

CAMPOS, Celso Ribeiro; WODEWOTZKI, Maria Lucia Lorenzetti, JACOBINI, Otávio Roberto. **Educação Estatística: teoria e prática em ambientes de modelagem matemática**. Belo Horizonte, Autêntica Editora, 2011.

Especialistas reclamam deficiência no ensino da Matemática desde a educação básica. In: Diário de Pernambuco, Pernambuco, 10 setembro. 2013. Disponível em:

<http://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/brasil/2013/09/10/interna_brasil,461499/especialistas-reclamam-deficiencia-no-ensino-da-matematica-desde-a-educacao-basica.shtml>. Acesso em: 09 jan. 2014.

KEENEY, Spurgeon M.; *et al.* Trad. José Lívio Dantas, Relatório do Grupo de Estudo da Política de Energia Nuclear (EUA). **Energia nuclear problemas e opções**. São Paulo, CULTRIX, 1971.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo, EPU, 1999.

SILVA, Cintia; KATO, Lilian Akemi; DE PAULO, Iramaia Jorge Cabral. A Perspectiva Sociocrítica da Modelagem Matemática e a Aprendizagem Significativa Crítica: Possíveis Aproximações. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 17, p. 109-123, 2012. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID281/v17_n1_a2012.pdf. Acesso em: 30 jan. 2014.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. **Fontes renováveis de energia no Brasil**. Rio de Janeiro, Interciência: CENERGIA, 2003.

VERTUAN, Rodolfo Eduardo. **Um olhar sobre a Modelagem Matemática à luz da Teoria dos Registros de Representação Semiótica**. 2007. 141 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.