

A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E A TEMÁTICA AMBIENTAL: CONSTRUINDO CONHECIMENTO SOBRE GERAÇÃO DE ENERGIA COM SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

Emmanuelle Fontanesi dos Santos
Graduanda do curso de Engenharia Elétrica, Faculdades Metropolitanas Unidas.
emmanuelle.fontanesi@hotmail.com

Kelly Cristina de Melo
Geógrafa, Doutora em Geografia Física pela USP, Docente das Faculdades Metropolitanas Unidas.
kelly.melo@usp.br

Resumo:

A geração fotovoltaica é considerada uma alternativa energética para enfrentar os desafios na geração de energia elétrica com menor impacto ambiental. A vantagem desta fonte de energia fica evidente, quando os custos ambientais de extração, geração, transmissão, distribuição é comparada à geração por fontes renováveis. Relacionar a matemática à educação ambiental torna o aprendizado facilitado, sobretudo por apresentar indicadores reais. Nesta pesquisa, simulamos um projeto com instalação fotovoltaica de um sistema *grid tie* (interligado a rede pública) como uma situação problema em uma escola municipal de educação infantil localizada no município de Franco da Rocha em São Paulo. Com conceitos básicos matemáticos, o aluno é levado a ter contato com experiências concretas e passa a interagir com conceitos sustentáveis vistos até então somente como disciplinas de temática ambiental, sem nenhuma interligação com educação matemática.

Palavras-chave: Educação Matemática; Aprendizado; Sustentabilidade; Energias Renováveis.

1. Introdução

Como forma de estimular o debate e promover melhorias relativas à qualidade da vida, os projetos de educação ambiental são desenvolvidos sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável, ampliando o conhecimento e a compreensão deste conceito. Com o objetivo de aumentar a quantidade de pessoas que passam a entender as dimensões das questões ambientais, tendo sempre em vista a participação de cidadãos na solução dos problemas ambientais.

Neste artigo destacamos o item energia, fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade, mas que sua produção e uso podem provocar sérios impactos ao meio ambiente.

Energia é tudo o que pode produzir ou produzir ação, logo, energia solar é a energia das reações atômicas que transformam átomos de hidrogênio em átomos de Hélio.

A energia solar é uma fonte alternativa de geração de energia, pois diretamente não provoca impactos ambientais. Todos os dias o planeta recebe uma imensa quantidade de energia proveniente de luz solar. Algumas estimativas afirmam que se utilizasse todo o potencial de energia solar em escala mundial seria possível gerar um percentual de energia duas mil vezes a produção total de todas as usinas nucleares, termelétricas e hidrelétricas.

A Agenda 21 Brasileira¹ destaca a necessidade de fazer maior uso de fontes alternativas de energia, especialmente as renováveis e sem o uso dos combustíveis fósseis, já que alguns estudos sugerem que a duração é de cerca de 40 anos.

Descoberta ainda no século XIX pelo físico francês Edmund Becquerel, quando experimentava o efeito fotovoltaico com dois eletrodos metálicos numa solução condutora, percebendo o aumento na geração de energia elétrica com a luz, a tecnologia fotovoltaica passou por vários estágios até chegar ao uso em grande escala do silício. Em 1904 Albert Einstein publicou um artigo sobre o efeito fotovoltaico, ao mesmo tempo em que divulgava ao mundo sua teoria da relatividade. E foi com a explicação do efeito fotovoltaico que Einstein ganhou seu primeiro Prêmio Nobel, em 1923.

A partir da década de 1990 os sistemas começam a ser instalados em todo o mundo. Predominantemente em sistemas isolados. Os sistemas isolados estavam mais consolidados perante a geração conectada à rede, pois ainda não havia nenhuma norma que regulamentasse os parâmetros necessários de conexão as redes elétricas além dos valores muito elevados.

No Brasil, somente em 2011, quando foi construído a primeira usina solar fotovoltaica é que passamos a conhecer mais sobre esta fonte. Acontece um “start-up” dos sistemas fotovoltaicos no Brasil, com várias instituições integrando sistemas fotovoltaicos para Pesquisa e Desenvolvimento.

¹ A Agenda 21 Brasileira é um processo e instrumento de planejamento participativo para o desenvolvimento sustentável e que tem como eixo central a sustentabilidade, compatibilizando a conservação ambiental, a justiça social e o crescimento econômico. O documento é resultado de uma vasta consulta à população brasileira, sendo construída a partir das diretrizes da Agenda 21 global. Trata-se, portanto, de um instrumento fundamental para a construção da democracia participativa e da cidadania ativa no País.

Distribuidoras de energia elétrica de todo o Brasil buscam ‘entendimento’ sobre os sistemas fotovoltaicos conectados à rede, se preparando para a regulamentação da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) que saiu em 2012, onde com a Regulação Normativa nº 482 foram estabelecidos os parâmetros para micro e mini geração de energia no sistema distribuído. A partir daí, as concessionárias foram obrigadas a aceitar a energia ejetada, produzida por seus consumidores. Começa então uma gradativa diminuição nos valores de implantação.

Por outro lado, o atual ensino de Matemática tem produzido resultados preocupantes que revelam as marcas de um trabalho com pouco significado para o aluno, mostrando a necessidade de mudanças na didática de ensino.

O ensino atual apresenta condições difíceis, desde as séries iniciais até o ensino superior e há anos exhibe uma série de dificuldades, desde infraestrutura básica até métodos didáticos adequados que fortaleçam as abordagens multi e interdisciplinares. Ainda não se conseguiu entender que a matemática tem uma função tão essencial na nossa vida quanto à linguagem. Há atividades tão intuitivas que passam despercebidas, mas nelas se aplicam conceitos matemáticos.

Segundo BALDINO:

[...] conjunto articulado de elementos do conteúdo produzido socialmente classificados dentro de outro conjunto chamado de Matemática. Este conhecimento deve ser perpetuado, difundido e desenvolvido como condição da permanência e avanço da cultura humana. A Educação Matemática deixa de ser definida apenas como ensino de Matemática quando faz parte de um projeto pedagógico, que tratará o conteúdo de matemática como conhecimento que responde a determinadas questões que inquietaram e inquietam o homem ao ter que resolver os seus problemas sociais – aqui se incluem aqueles de ordem filosófica, psicológica, sociológica e cultural. A Educação é matemática quando tem no ensino a presença das questões próprias da educação com o conteúdo da matemática, ou seja: o porquê ensinar matemática, o para quê ensiná-la, o como fazê-lo e para quem deve ser feito. A articulação destes elementos é que atribui ao ensino a nova qualidade que o transforma em projeto educativo (1992, p. 12-13).

A mudança neste cenário, parte do princípio da necessidade de uma ampla transformação na educação. Não se pode considerar esta construção educacional como um processo isolado ou fechado e sim como uma nova inserção de informações de ordem prática, acrescidas de matrizes teóricas, mas com novas diretrizes pedagógicas e didáticas. D’Ambrósio já expressava isso:

[...] Etnomatemática como o estudo das várias maneiras, técnicas, habilidades (technés ou ticas) de explicar, de entender, de lidar e conviver (matema) nos distintos contextos naturais e socioeconômicos, espacial e temporalmente diferenciados, da realidade (etno) [...] (1996, p.48)

Entender que a aprendizagem em um meio escolar pode permitir ao aluno a compreensão de um assunto por meio de exemplos ligados ao seu cotidiano para que, posteriormente, ele seja capaz de resolver problemas mais complexos.

A aprendizagem quando atribui significado ao conceito permite que alunos tomem decisões com mais segurança e autonomia em diversas situações. Essa visão está em sintonia com uma tendência mundial fundamentada nos quatro pilares para a Educação propostos pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO): aprender a conhecer; aprender a fazer; aprender a viver com os outros e aprender a ser.

As considerações dos pesquisadores em Educação Matemática normalmente convergem para o ponto em que a concepção de Matemática como um conjunto de conhecimentos prontos, precisos e acabados, deve ser confrontada com uma concepção da mesma como processo dinâmico, construído através de conceitos, procedimentos e outras atividades que devem ser explicitadas em algum grau, de alguma maneira quando esses conhecimentos são ensinados.

A ideia é confrontar o ensino tradicional com estes novos enfoques e tendências no ensino da Matemática, assim como as novas metodologias de ensino decorrentes destas concepções.

D’Ambrósio (1986) indica que o progresso científico e tecnológico predispõe a humanidade para a incerteza de seus saberes. Assim, na área das ciências exatas, em especial da Matemática deve existir um tratamento especial, para que se possa fornecer ao homem instrumentos para atuar no mundo de maneira mais eficaz, fazendo uso de suas habilidades, conceitos e algoritmos matemáticos úteis. Mostrar que a matemática além de importante também pode ser divertida.

O objetivo do ensino da matemática deve oferecer aos alunos “legítimas experiências” (D’Ambrósio, 1993). Segundo o autor, é pela da vivência no processo social de tomada de

decisão que os alunos terão oportunidade de analisar a Matemática como uma área que envolve investigação.

A escolha do tema deste trabalho, ressaltando a relação da Matemática às Ciências Ambientais, com enfoque na Geração de Energia Elétrica, tem relação com a formação de um cidadão mais crítico capaz de refletir e analisar sob o ponto de vista científico, político, social e econômico, tendo em vista que é possível unir vários itens de disciplinas das áreas de exatas e biológicas. Além de mostrar que a aprendizagem significativa ocorre somente quando é possível mostrar ao aluno a capacidade de perceber que os conhecimentos escolares são úteis para sua vida fora da escola. Podemos inserir no contexto do trabalho uma forma de modelagem matemática para apresentação do tema proposto, como propõe BIEMBEGUT&HEIN:

A modelagem matemática, originalmente, como metodologia de ensino aprendizagem parte de uma situação/tema e sobre ela desenvolve questões, que tentarão ser respondidas mediante o uso de ferramental matemático e da pesquisa sobre o tema. Há o inconveniente de que não sabemos, inicialmente, por onde o modelo passará, ou seja, nem sempre o ferramental matemático requerido está ao alcance do educando e mesmo do professor. Existem também as dificuldades de adequação ao currículo estabelecido legalmente e a possibilidade do acompanhamento simultâneo, por parte do professor, dos temas escolhidos a priori pelos alunos (2000, p. 28)

Entendendo o que é Sistema Solar Fotovoltaico e a Geração Distribuída

Um sistema de energia solar fotovoltaico, também chamado de sistema de energia solar ou, ainda, sistema fotovoltaico, é um sistema capaz de gerar energia elétrica através da radiação solar. Existem dois tipos básicos de sistemas fotovoltaicos: Sistemas Isolados (Off-grid) e Sistemas Conectados à Rede (Grid-tie).

Os Sistemas Isolados são utilizados em locais remotos ou onde o custo de se conectar à rede elétrica é elevado. São utilizados em casas de campo, refúgios, iluminação, telecomunicações, bombeio de água, etc. Já os Sistemas Conectados à rede, substituem ou complementam a energia elétrica convencional disponível na rede elétrica.

Em relação à produção de eletricidade, os painéis fotovoltaicos devolvem a energia empregue na sua construção em cerca de três anos, e emitem, relativamente a uma central térmica convencional, cerca de 20% menos CO₂ para a mesma quantidade de eletricidade produzida. Os impactos ambientais mais importantes ocorrem nas fases de produção,

construção e desmantelamento dos sistemas. Os sistemas de pequena dimensão, sobretudo quando instalados em telhados ou fachadas, têm impactos visuais reduzidos.

A geração distribuída vem mostrando importância, pois o cliente pode tornar-se gerador quando estiver produzindo mais do que consumindo energia e a concessionária é obrigada a receber esta energia. Atualmente há dois tipos de compensação energética: Feed in Tariff e Net Metering. O Feed in Tariff tem por característica o retorno financeiro por parte do consumidor/gerador de energia. A concessionária faz a compensação financeira. Países como a Alemanha, Itália e Estados Unidos são exemplos de locais onde aderiram a este sistema.

No Brasil, o sistema adotado é o Net Metering. Significa que, quando o consumidor gerar mais do que consome, o mesmo irá injetar na rede como um “empréstimo de energia” e no período que não estiver gerando recebe o retorno desta energia injetada. O sobressalente será armazenado em créditos e poderá ser utilizado em até 36 meses.

2. Metodologia

A linha de pesquisa deste projeto busca traçar um roteiro simples com uma sequência didática para a construção de dados relacionados à energia elétrica. Através de um comparativo de valores entre algumas empresas de instalação fotovoltaica, utilizando o conceito de situação problema² e modelagem matemática³, pode-se começar a analisar a viabilidade para a instalação do sistema e também o custo da economia gerada.

A ideia é que o aluno perceba que alguns conceitos matemáticos estão presentes no seu dia a dia.

Para o desenvolvimento do trabalho, seguiu-se o roteiro descrito:

I. Apresentação um projeto de instalação elétrica de iluminação e tomadas. O projeto foi desenvolvido em uma escola municipal, localizada no município de Franco da Rocha em São Paulo.

²Qualquer situação a ser “resolvida” por uma sequência de ações a ser executada, para atingir um objetivo. A situação é o estado inicial e o objeto é o estado final desejado.

³Modelagem Matemática pode ser considerada uma perspectiva, algo a ser explorado, o imaginável e o inimaginável. Surge da necessidade do homem em compreender os fenômenos que o cercam para interferir ou não em seu processo de construção. Dois pontos são fundamentais: aliar o tema à ser escolhido com a realidade de nossos alunos e aproveitar as experiências extraclasse dos alunos aliadas à experiência do professor em sala de aula.

II. Realização da contagem da quantidade de luminárias e tomadas e a indicação das potências de carga dos equipamentos, juntamente com a ajuda do professor. Neste processo é indicada a carga total usada na escola. Utiliza-se para a aplicação dos dados e cálculos, o *software Microsoft Excel® 2010*, como pode ser observado no **quadro 1**,

III. Com o aproveitamento da tabela de cargas e definição da quantidade de tempo que cada aparelho é usado, calcula-se o consumo médio unitário e total dos equipamentos. Assim chega-se ao valor total mensal do consumo da escola. Foi utilizado para realização dos cálculos o *software Microsoft Excel® 2010*, como pode ser observado no **quadro 2**.

IV. Conforme já informado aqui, a proposta não é ensinar como fazer calcular o equipamento a ser utilizado e sim aplicar conceitos matemáticos básicos para que o aluno entenda os dados. Através da ajuda do professor, o consumo calculado na tabela 2 é repassado para algumas empresas de instalação fotovoltaica para que se alcancem os custos do sistema. Foi utilizado para aplicação dos dados recebidos, o *software Microsoft Excel® 2010*, como pode ser observado no **quadro 3**.

V. Por fim, em uma nova tabela, indicamos os valores do consumo mensal da escola, os custos de cada empresa, os custos do consumo por unidade na cidade no município destacado aqui e a economia mensal com a instalação do sistema. Foi utilizado para aplicação dos dados recebidos, o *software Microsoft Excel® 2010*, como pode ser observado no **quadro 4**.

3. Resultados e discussões

Abaixo indicamos as informações relativas ao estudo proposto e um modelo de chamada para o trabalho.

1. Calcule através do projeto recebido se é viável ou não, seja economicamente ou ecologicamente, a instalação de um sistema fotovoltaico em uma escola localizada no município de Franco da Rocha, estado de São Paulo:

- a) Quantidade de Luminárias e Tomadas;
- b) Potência de cada aparelho;
- c) Potência Total de cada Aparelho;

- d) Potência total do Sistema;
- e) Consumo Unitário de cada aparelho;
- f) Consumo total da escola;
- g) Com os preços dos custos de 03 empresas diferentes, mostre a economia mensal com a instalação do sistema. Dados:

Empresa A – Instalação = R\$ 166.490,00/ Seu sistema gera 90% de energia.

Empresa B – Instalação = R\$ 228.480,00/ Seu sistema gera 100% de energia.

Empresa C – Instalação = R\$ 127.455,00/ Seu sistema gera 93% de energia.

Custo do consumo unitário fornecido pela concessionária de luz no município de Franco da Rocha = 1kWh equivale a R\$ 0,67.

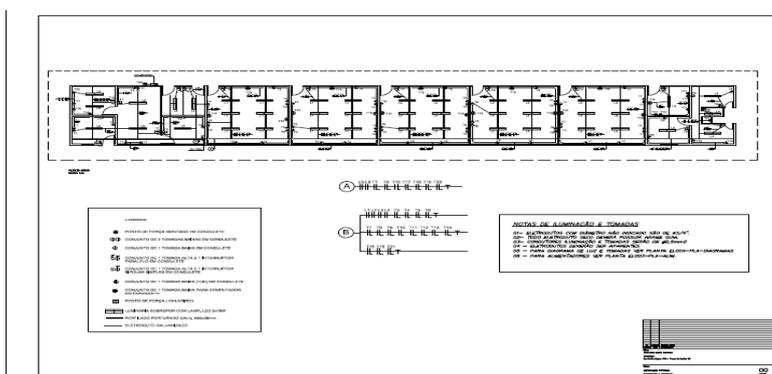


Ilustração 1–Projeto de distribuição de iluminação e tomadas (Fonte: Santos; Melo, presente trabalho)

Resultados:

- a) Resultado das quantidades de cada Equipamento:

Descrição	Qt.	Potência	Unidade	Potencia Total
Lampada Led	86			
Tomadas (areas secas)	80			
Tomadas (areas molhadas)	5			
Tomadas (Computador)	5			
Tomada ventilador	16			
Tomada Freezer	1			
Tomada geladeira	1			
Tomada Microondas	1			
Tomada Cafeteira	1			
Tomada Chuveiro	1			
Bomba Agua	1			

Quadro 1– Representação do resultado das quantidades solicitadas na pergunta a. (Fonte: Santos; Melo, presente trabalho)

b) ; c) ; d) Resultado dos Cálculos de Potencia unitária e Total de Cada Aparelho e Potencia Total do Sistema:

Descrição	Qt.	Potência	Unidade	Potencia Total
Lampada Led	88	18	W	1.548
Tomadas (areas secas)	80	100	W	8.000
Tomadas (areas molhadas)	5	600	W	3.000
Tomadas (Computador)	5	350	W	1.750
Tomada ventilador	16	250	W	4.000
Tomada Freezer	1	600	W	600
Tomada geladeira	1	600	W	600
Tomada Microondas	1	1.500	W	1.500
Tomada Cafeteira	1	1.500	W	1.500
Tomada Chuveiro	1	4.400	W	4.400
Bomba Agua	1	1,5	CV	1.540

Potencia Total (W) 28.438

Quadro 2 - Resultado dos cálculos de potência unitária e total de cada aparelho. Conforme solicitado nas questões b, c e d. (Fonte: Santos; Melo, presente trabalho)

e) ; f) Resultado do Cálculo do Consumo Unitário dos aparelhos e Consumo Total:

Descrição	Qt.	Dias de uso no mês	Tempo diário	Consumo	Consumo
				Unitário médio mensal (kWh)	Total médio mensal (kWh)
Lampada Led	88	30	10 h	5,4	464,4
TUG (areas secas)	80	30	2h	24	1920
TUG (areas molhadas)	5	30	1,5h	13,5	67,5
TUG (Computador)	5	30	3 h	22	110
TUE ventilador	16	30	8 h	24	384
TUE Freezer	1	Padrao Aneel			64,7
TUE Geladeira	1				
TUE Microondas	1	30	20 min	13	13
TUE Cafeteira	1	30	1 h	30	30
TUE Chuveiro	1	30	1	4,4	132
Bomba Agua	1	30	0,3	0,462	13,86

Consumo Total (kWh): 3.199,46

Quadro 3 - Resultado do consumo unitário de cada aparelho. Conforme solicitado nas perguntas e e f. (Fonte: Santos; Melo, presente trabalho)

h) Resultado do estudo de viabilidade com o levantamento de custos das três empresas

Descrição dos Serviços	Empresa A Geração 90%	Empresa B Geração 100%	Empresa C Geração 93%
Consumo Escola (kWh)	3.199,46	3.199,46	3.199,46
Produção Média Mensal (kWh)	2.879	3.199	2.975
Custo kWh em Franco da Rocha - Elektro (R\$)	0,67	0,67	0,67
Valor da Economia Mensal	R\$ 1.927,85	R\$ 2.143,33	R\$ 1.993,30

Quadro 4 - Resultado final do custo mensal de energia na escola, com a aplicação do sistema fotovoltaico. (Fonte: Santos; Melo, presente trabalho)

4. Considerações Finais

A Matemática interligada à educação ambiental pode tornar presente na escola à discussão sobre uma postura de vida mais consciente, onde os conteúdos auxiliarão na leitura do mundo e da sociedade além de possibilitar a construção de um cidadão crítico.

Neste projeto colocamos questões energéticas atuais e consideramos os direitos e deveres do cidadão dentro de sua comunidade, em relação ao ambiente em que vivem, chegando às possibilidades de atuação individual e coletiva. Mostrar como cálculo básico de levantamento simples do gasto em uma escola pode trazer à tona a vontade de levar este conhecimento para dentro de casa e repassar a informação.

A proposta deste trabalho é dispor estes conhecimentos a alunos do ensino médio e fundamental, cada qual no seu respectivo plano de aula. Poderá torná-los capazes de reconhecer a matemática como uma construção humana presente no cotidiano, tanto em seus aspectos históricos quanto em seu contexto cultural, social, político e econômico.

O desenvolvimento deste trabalho poderá levar professores à construção da capacidade de avaliar o uso social da ciência e tecnologia.

5. Referências

- ALMEIDA, Fernando. **O Bom Negócio da Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.
- BALDINO, R. R. Ensino de matemática ou educação matemática. *Temas e Debates*, São Paulo, Sociedade Brasileira de Educação Matemática, ano 4, n. 3, p. 51-60, 1991.
- BIEMBEGUT, M. S; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. São Paulo: Ed.Contexto, 2000.
- BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. - Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Os diferentes Matizes da Educação Ambiental no Brasil 1997-2007**. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. - Brasília: MEC, 2009.
- D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática: arte ou técnica de explicar e conhecer**. 2. ed. São Paulo: Editora Ática, 1996

D'AMBRÓSIO, U. **Ciências, Informática e Sociedade: uma coletânea de textos**. Brasília: EUB, 1994.

OLIVEIRA, Francisco Kelsen. **Experiências de Pesquisas em Tecnologia e Educação**: primeira edição. Recife: Pipa Comunicação, 2015.

<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf> - acesso em 19/05/2016