

Energia solar no ensino da Matemática: uma proposta para o Ensino Médio

Roberto Brasil da Silveira
Claudia Lisete Oliveira Groenwald

RESUMO

O presente trabalho tem o objetivo de utilizar conceitos de energia solar e sustentabilidade para desenvolver conteúdos de Matemática do Ensino Médio, propondo um projeto de Matemática e Educação Ambiental que desenvolva atividades metodológicas para o Ensino Médio, que explorem problemas e descrevam resultados, utilizando representações ou modelos matemáticos com o tema Energia Solar.

Palavras-chave: *Desenvolvimento Sustentável, energia solar, educação matemática.*

ABSTRACT

This work aims to use Solar Energy concepts and sustainability to develop mathematics contents in Secondary School, proposing methodologies, which explore problems and describe results, using representations or mathematics models through the Solar Energy theme.

Key words: *Sustainable Development, solar energy, mathematic education.*

1 Introdução

No conjunto de ações úteis para melhorar a situação social e a qualidade da vida humana, sob a perspectiva do Desenvolvimento Sustentável, sugere-se um lugar destacado para os projetos de Educação Ambiental, especialmente nas escolas, com o objetivo de aumentar de modo significativo a massa crítica dos que passam a entender as dimensões das questões ambientais, tendo sempre em vista a participação dos cidadãos na solução dos problemas ambientais.

Neste contexto destaca-se, particularmente, o item energia, fundamental para o desenvolvimento, pois sua produção e uso podem provocar sérios impactos ao meio ambiente. A Agenda 21 destaca a necessidade de fazer maior uso de fontes alternativas de energia, especialmente as renováveis.

Por outro lado, o atual ensino de Matemática tem produzido resultados preocupantes que revelam as marcas de um trabalho sem significado para o aluno, mostrando a necessidade de propor mu-

Roberto Brasil da Silveira é Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), professor da FARGS, Faculdades São Marcos e UFRGS.

Claudia Lisete Oliveira Groenwald é Doutora em Ciências da Educação pela Universidade Pontifícia de Salamanca, Espanha; professora titular no Departamento de Matemática na Universidade Luterana do Brasil (ULBRA).

danças no ensino da Matemática, criando alternativas metodológicas para melhor compreensão dos conhecimentos matemáticos e incorporando as mudanças pretendidas na formação deste indivíduo idealizado para o mundo atual.

Assim, o presente artigo tem o objetivo de utilizar conceitos de energia solar e sustentabilidade para desenvolver conteúdos de Matemática do Ensino Médio, propondo um projeto de Matemática e Educação Ambiental que desenvolva atividades metodológicas para o Ensino Médio, que explorem problemas e descrevam resultados, utilizando representações ou modelos matemáticos com o tema Energia Solar.

2 Desenvolvimento Sustentável

A partir do desenvolvimento tecnológico, urbano e industrial, ocorrido na humanidade no século passado, houve um crescimento acelerado da população, que levou à excessiva exploração dos recursos naturais e à contaminação de nosso ambiente como resultado de todos os processos de produção, transporte, consumo e resíduos. Grandes modificações nos ecossistemas foram observadas.

Apesar do desenvolvimento, as presumíveis melhorias para a humanidade são desfrutadas apenas por uma parte desta, o que, segundo Kassas & Polunin (1989), nos obriga a tentar analisar o porquê dessa situação, partindo da idéia de que o ser humano encontra-se imerso em uma intrincada rede, constituída de sistemas: a Biosfera, a Sociosfera e a Tecnosfera. Segundo os autores, a Biosfera é um grande sistema de partes funcionais e interdependentes que compreende o ar; os oceanos, a superfície e os seres vivos, incluindo a espécie humana, interagindo entre si e com o ambiente; a Sociosfera é o sistema artificial de instituições sociopolíticas, socioeconômicas e socioculturais desenvolvido pelo ser humano, para gerar as relações

das comunidades com outros sistemas; e a Tecnosfera é o sistema de estruturas concretas criado pelo ser humano e submetido ao seu controle imediato, compreendendo os assentamentos humanos de aldeias e cidades, centros industriais e de energia, redes de transportes e comunicação, de canais e vias fluviais, de explorações agrícolas, etc.

Cada um dos três sistemas possui suas próprias leis de funcionamento, mas entre elas existem múltiplas inter-relações. A atual problemática ambiental é consequência de um desajuste entre elas. Ocorre quando a Sociosfera e a Tecnosfera pressionam a Biosfera com uma enorme população, ávida de recursos e que, depois de utilizá-los, devolve dejetos não assimiláveis para esta, que assim se vê ameaçada. Já se comprovou, por isso, que de nada servem os meros ajustes tecnológicos, porque o que tem de mudar é a Sociosfera, isto é, o marco de relações (PARDO DÍAZ, 2002).

A sobrevivência da Biosfera e de nossa própria espécie depende do grau de equilíbrio que o ser humano consiga alcançar nas relações das três esferas nas quais está envolvido.

Entre as grandes ameaças que colocam em risco a Biosfera, destacam-se: as mudanças atmosféricas e climáticas, as chuvas ácidas, o efeito estufa e a redução da camada de ozônio; a destruição das florestas e da vegetação, decorrente das queimadas e das chuvas ácidas; a contaminação das águas e o mau uso dos recursos hídricos; a extinção de espécies e a perda da diversidade biológica.

No plano da Sociosfera, ao mesmo tempo, ocorreu uma degradação desigual das condições de vida, em que se destacam os seguintes problemas: utilização de recursos, como consequência do consumo desproporcional entre países desenvolvidos, onde existe uma forte demanda, e os demais países, que destinam os seus recursos ao pagamento de dívidas externas; geração de resíduos tóxicos e perigosos, principalmente os derivados da utilização da energia nuclear; a questão alimentar, con-

seqüência da urbanização ou de práticas agrícolas inadequadas; crescimento demográfico e o deslocamento em massa de populações, gerando populosos centros urbanos, além de consumir muita energia e recursos.

Diante deste quadro, o mundo começou a refletir e a procurar soluções alternativas para uma sociedade viável e em equilíbrio com o ambiente, onde deveriam equilibrar-se as relações entre as três esferas mencionadas. Isto é, considerando a problemática ambiental, adotar um estilo de vida mais simples e solidário, em que o desejável seja progressivamente substituído pelo realmente necessário.

Concomitantemente, espera-se uma evolução política na tomada de decisões e um novo modelo de desenvolvimento, onde a ética deve prevalecer.

Segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e *World Wide Fund for Nature* (WWF) (1991), devemos adotar modos de vida e caminhos de desenvolvimento que respeitem e funcionem dentro dos limites da natureza. Podemos realizar isso sem rejeitar os muitos benefícios trazidos pela moderna tecnologia, desde que a própria tecnologia funcione dentro desses limites.

Esta nova abordagem precisa atender a duas exigências fundamentais. Primeiro, é necessário assegurar um amplo e profundo compromisso com uma nova ética sustentável e traduzir na prática os seus princípios. Em segundo lugar, integrar conservação e desenvolvimento. A conservação para limitar as nossas atitudes à capacidade da Terra, e o desenvolvimento para permitir que as pessoas possam levar vidas longas, saudáveis e plenas em todos os lugares.

Esta proposta de modelo de desenvolvimento foi denominada Desenvolvimento Sustentável, e o importante Relatório Brundtland, publicado no final dos anos 80, consagrou o tema. Nesta época, já não

mais se ignoravam os efeitos complicados da dinâmica industrial ao equilíbrio da biosfera, como a evidência do desgaste na camada de ozônio provocada pela liberação de C.F.C. (clorofluorcarbonetos) usado em desodorantes, *sprays* de cabelo, geladeiras e aparelhos de ar condicionado.

A ONU (Organização das Nações Unidas) divulgou a idéia de ser a sustentabilidade do desenvolvimento mais do que uma meta abstrata, uma possibilidade concreta.

Segundo Souza (2000), a conciliação proposta entre os interessados no progresso capitalista da indústria e a massa crescente de preocupados com as conseqüências do desgaste ecológico foi a tentativa de tornar compatível desenvolvimento e equilíbrio ecológico, contida no conceito de Desenvolvimento Sustentável. Este teria de ser o caminho: a sustentabilidade do progresso, ajustando o desenvolvimento aos limites dos ecossistemas. Para o autor, a sustentabilidade é o caminho de um futuro aberto pela ciência e pela tecnologia moderna.

A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento define Desenvolvimento Sustentável como o “*desenvolvimento que atende às necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades*” (UICN, PNUMA e WWF, 1991, p. 4).

Outra definição bastante conhecida é de que o desenvolvimento é sustentável quando melhorar a qualidade de vida humana, respeitando a capacidade de suporte dos ecossistemas que nos mantêm (UICN, PNUMA e WWF, 1991).

No Relatório Brundtland, Desenvolvimento Sustentável foi empregado com sentido implícito na segunda vertente. Seu objetivo envolve a busca de um caminho para melhorar a qualidade da vida humana, dentro dos limites da capacidade dos diversos ecossistemas que servem de base física aos esforços de desenvolvimento, sem prejudicar o direito das próximas gerações.

Uma sociedade sustentável é, segundo o UICN, PNUMA e WWF (1991), aquela que vive segundo os nove princípios seguintes: respeitar e cuidar da comunidade dos seres vivos; melhorar a qualidade da vida humana; conservar a vitalidade e diversidade do planeta; minimizar o esgotamento de recursos não renováveis; permanecer nos limites da capacidade de suporte do planeta; modificar atitudes e práticas pessoais; permitir que as comunidades cuidem de seu próprio meio ambiente; gerar uma estrutura nacional para a integração de desenvolvimento e conservação; construir uma aliança global.

Os mesmos autores também recomendam ações necessárias para a aplicação dos princípios citados nos setores mais familiares ao meio ambiente e suas políticas. Estes setores são: energia; negócios, indústria e comércio; assentamentos humanos; áreas agrícolas e pastagens; áreas florestais; água doce; oceanos e áreas costeiras.

Destaca-se, particularmente, o item energia, fundamental para o desenvolvimento. Sua produção e uso podem provocar sérios impactos ao meio ambiente. As ações necessárias para reduzir os impactos energéticos são: estratégias energéticas de longo prazo em todos os países; aumento de eficiência na geração de energia a partir de combustíveis fósseis e maior uso de fontes alternativas de energia, particularmente as renováveis; aumento de eficiência na distribuição de energia; redução no uso de energia per capita em todos os setores, e grande aumento de eficiência no uso doméstico, industrial, empresarial e de transporte.

Neste conjunto de ações úteis para melhorar a situação social e a qualidade da vida humana, sob a perspectiva do Desenvolvimento Sustentável, sugere-se um lugar destacado para os projetos de Educação Ambiental, especialmente nas escolas, com o objetivo de aumentar de modo significativo a massa crítica dos que passam a entender as dimensões das questões

ambientais, tendo sempre em vista a participação dos cidadãos na solução dos problemas ambientais.

3 Educação Ambiental

A Educação Ambiental é um processo de reconhecimento ambiental de valores e classificação de conceitos, objetivando o desenvolvimento das habilidades e modificando as atitudes em relação ao meio, para entender e apreciar as inter-relações entre os seres humanos, suas culturas e seus meios biofísicos. A Educação Ambiental também está relacionada com a prática das tomadas de decisões e a ética que conduzem para melhoria da qualidade de vida (UNESCO & PNUMA, 1980).

A Educação Ambiental fomenta novas atitudes nos sujeitos sociais e novas decisões dos Governos, guiados pelos princípios da sustentabilidade ecológica, da valorização da diversidade cultural, através da racionalidade econômica e do planejamento do desenvolvimento. Ela implica educar para formar um pensamento crítico, reflexivo, capaz de analisar as complexas relações da realidade natural e social, para atuar no ambiente dentro de uma perspectiva global, mas diferenciado pelas diversas condições que a definem (LEFF, 1995).

Segundo Trajber & Costa (2001), o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, adotado pelo Fórum Internacional de ONGs em 1992, destaca que a Educação Ambiental é um ato político, baseado em valores para a transformação social. Estimula a formação de sociedades socialmente justas e ecologicamente equilibradas, fundadas na solidariedade, na igualdade e no respeito à diversidade étnica e cultural.

Para Torres Santomé (1996), a Educação Ambiental deve ser trabalhada em uma perspectiva que permita contribuir na formulação de respostas à sociedade em seu

conjunto. Não se trata, simplesmente, de conservar a natureza como um marco do Desenvolvimento Sustentável, mas sim de construir novas realidades e novos estilos de desenvolvimento que permitam as manifestações da diversidade natural e cultural, do desenvolvimento de potencialidades individuais e coletivas.

Para Leff (1995), a Educação Ambiental implica um processo de reflexão e tomada de consciência dos processos ambientais emergentes, que conduzem à participação e ao resgate da cidadania nas tomadas de decisões, conjuntamente com a transformação dos métodos de investigação e formação, através dos enfoques interdisciplinares. A Educação Ambiental também propõe gerar a percepção crítica, visando uma intervenção e uma metodologia autônoma na direção de estratégias de desenvolvimento e conseqüente melhoria na qualidade de vida.

Assim, o desafio da Educação Ambiental é sair da ingenuidade e do conservadorismo a que se viu confinada e propor alternativas sociais, considerando a complexidade das relações humanas e ambientais.

Segundo Reigota:

[...] o quadro ao mesmo tempo impressionista e surrealista da educação e do meio ambiente latino-americano exige que a Educação Ambiental enfrente o desafio da mudança de mentalidade sobre as idéias de modelo de desenvolvimento baseado na acumulação econômica, no autoritarismo político, no saque aos recursos naturais, no desprezo às culturas e aos direitos fundamentais do homem. (REIGOTA, 1998, p.61)

Reigota destaca ainda que:

A Educação Ambiental é uma proposta que altera profundamente a educação como a conhecemos, não sendo voltada para a transmissão de conhecimentos sobre ecologia. Trata-se de uma educação que visa não só a utilização racional dos recursos naturais (para ficar só nesse exemplo), mas basicamente a

participação dos cidadãos nas discussões e decisões sobre a questão ambiental. (REIGOTA, 1998, p. 10)

Afirma também que a Educação Ambiental deve procurar estabelecer uma “nova aliança” entre a humanidade e a natureza, uma “nova razão” que não seja sinônimo de autodestruição e estimular a ética nas relações econômicas, políticas e sociais. Ela deve se basear no diálogo entre gerações e culturas em busca da tripla cidadania: local, continental e planetária, e de liberdade na sua mais completa tradução, tendo implícita a perspectiva de uma sociedade mais justa tanto em nível nacional quanto em nível internacional.

A prática de Educação Ambiental se justifica se ela colabora na busca e construção de alternativas sociais, baseadas em princípios ecológicos, éticos e de justiça, para com as gerações atuais e futuras.

Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (MEC, 1999), a Educação Ambiental deve ser desenvolvida com o objetivo de auxiliar os alunos a construir uma consciência global das questões relativas ao meio para que possam assumir posições afinadas com os valores referentes à vida. Para que os alunos possam compreender a complexidade ambiental é fundamental oferecer-lhes uma visão abrangente que englobe diversas realidades e, ao mesmo tempo, uma visão contextualizada da realidade ambiental, o que inclui, além do meio biofísico, as condições sociais.

Como conteúdo escolar, a temática ambiental permite apontar para as relações recíprocas entre sociedade e ambiente, marcadas pelas necessidades humanas, seus conhecimentos e valores. As questões específicas dos recursos tecnológicos, intimamente relacionados às transformações ambientais, também são importantes conhecimentos a serem desenvolvidos.

Segundo Medina & Santos:

A aprendizagem de valores e atitudes é pouco explorada do ponto de vista pedagógico. Há estudos que apontam a importância da formação como fator de transformação de valores e atitudes. Conhecer os problemas ambientais e saber de suas conseqüências desastrosas para a vida humana é importante para promover uma atitude de cuidado e atenção a essas questões, valorizar ações preservacionistas e aquelas que proponham a sustentabilidade como princípio para a construção de normas que regulamentem as intervenções econômicas. (MEDINA & SANTOS, 1999, p. 13)

O tema transversal Meio Ambiente traz a discussão a respeito da relação entre os problemas ambientais e fatores econômicos, políticos, sociais e históricos. São problemas que acarretam discussões sobre responsabilidades humanas, voltadas ao bem estar comum e ao Desenvolvimento Sustentável, numa perspectiva de reversão da crise sócio-ambiental planetária. Sua discussão completa demanda fundamentação em diferentes campos do conhecimento. Assim, tanto as ciências humanas quanto as naturais contribuem para a construção de seus conteúdos.

Em coerência com os princípios da Educação Ambiental (tema transversal Meio Ambiente), aponta-se a necessidade de reconstrução da relação homem-natureza, a fim de derrubar definitivamente a crença do homem como senhor da natureza e alheio a ela, e amplificando-se o conhecimento sobre como a natureza se comporta e a vida processa (MEC - Parâmetros Curriculares Nacionais, 1999).

Nesse contexto a Educação Ambiental aparece como transversal, baseada no pressuposto de que a dimensão ambiental também engloba os aspectos sociais, econômicos e políticos. Os Parâmetros Curriculares Nacionais trazem uma orientação bastante importante, particularmente no desenvolvimento de projetos escola-

res que vivem a mudança na prática pedagógica em relação ao processo de ensino-aprendizagem. A abordagem é sobre os conceitos, ao invés de conteúdos, e a orientação das pesquisas está focada nos parâmetros que valorizem:

- a) A discussão sobre os valores e atitudes que não sejam lineares e que acertem as contradições das realidades multifacetadas;
- b) A avaliação de matérias pedagógicas utilizadas pelas escolas;
- c) A promoção da autonomia subordinada à democracia;
- d) A integração da escola com a comunidade, num processo de reflexão para a cidadania.

4 Educação para o Desenvolvimento Sustentável

A educação visando o Desenvolvimento Sustentável se fundamenta, principalmente, nos aspectos sócios-éticos e não nos produtivos e econômicos, sendo que estes dois últimos são subordinados aos dois primeiros, ou seja, só se poderá fazer com uma educação que se integre com o desenvolvimento e com um desenvolvimento que se integre com a educação.

A educação passa a adquirir novos significados (MEDINA & SANTOS, 1999) no processo de construção de uma sociedade sustentável, democrática, participativa e socialmente justa, capaz de exercer efetivamente a solidariedade com as gerações presentes e futuras. Esta é uma exigência indispensável para a compreensão do binômio “local-global” e para a preservação e conservação dos recursos naturais e socioculturais, patrimônios da humanidade.

Desta forma, e diante da complexidade dos problemas mundiais contemporâneos, o cidadão deve receber uma educa-

ção que, como diz Serres (1990, 1991), enfatize a “mestiçagem”. A “mestiçagem” de culturas, de conhecimentos de origens diversas, de estilos de vida diferentes dos padrões estabelecidos como os mais corretos. A educação deve ser praticada procurando produzir, e não apenas transmitir conhecimento.

Desta forma, as práticas educativas voltadas para as questões ambientais devem objetivar e ser perpassadas pela intencionalidade de promoção e pelo incentivo ao desenvolvimento de conhecimentos, valores, atitudes, comportamentos e habilidades que contribuam para a sobrevivência, a participação e a emancipação.

Esta educação de atitudes e valores, intrínseca à Educação Ambiental, sempre esteve presente no sistema educativo, ainda que de uma maneira implícita. Agora, faz-se explícita e se incorpora como um conteúdo próprio da ação educativa escolar, dando ênfase ao componente ético e orientado à transformação dos comportamentos: a educação para a paz, para a saúde, a educação do consumidor.

Os objetivos didáticos da educação devem incorporar critérios socioambientais, ecológicos, éticos e estéticos, pretendendo construir novas formas de pensar incluindo a compreensão da complexidade, das emergências e das inter-relações entre os diversos subsistemas que compõem a realidade.

A educação para o Desenvolvimento Sustentável deve ser participativa e emancipatória, e requer o oposto da persuasão. Ela exige a motivação pela abertura para a reflexão, mostrando diversidade de olhares, estimulando as pessoas para a ação, mais compartilhando questões do que fornecendo respostas.

Na proposta dos PCN para o Ensino Médio, o ensino de Matemática tem a função não apenas de levar o aluno a ter acesso à Matemática como ciência, com suas peculiaridades e conceitos específicos, bem como de possibilitar a ele se apropri-

ar da linguagem que as ciências naturais e sociais utilizam para descrever fenômenos diversos e de aprofundar seu conhecimento sobre procedimentos matemáticos de enfrentamento e resolução de situações-problema. Nessa perspectiva, aprender Matemática trás em si o desenvolvimento de competências e habilidades de pensamento, que são essencialmente formadoras à medida que instrumentalizam e estruturam o pensar do aluno, capacitando-o para tirar conclusões, estabelecer argumentações, analisar e avaliar, tomar decisões, generalizar, e para muitas outras ações de pensamento que se espera da pessoa ao final do Ensino Médio.

Assim, as idéias básicas nos PCN refletem, muito mais do que uma mera mudança de conteúdos, uma mudança de filosofia, de ensino e de aprendizagem, como não poderia deixar de ser. Apontam para a necessidade de mudanças urgentes, não só no o que ensinar, mas, principalmente, no como ensinar e no como organizar as situações de ensino e de aprendizagem.

O tema “Energia Solar” consiste em oferecer aos alunos instrumentos que lhes possibilitem posicionar-se em relação às questões ambientais e intervir nesta realidade, visto que a questão energética é intrínseca à questão ambiental, pois na origem de todos os principais problemas ambientais que estamos vivendo, como a inversão térmica, a qualidade do ar, a chuva ácida, o aquecimento do planeta e a destruição da camada de ozônio, está o tipo de energia e a forma como é usada (GOLDENBERG, 1999).

A Matemática articulada à Educação Ambiental, através do tema Energia Solar, pretende tornar presente na escola a discussão sobre uma postura de vida mais consciente, onde os conteúdos matemáticos auxiliarão na leitura crítica deste mundo que nos cerca e possibilitarão a interferência pessoal na construção de uma sociedade mais equilibrada.

5 Atividades didáticas com o tema Energia Solar

A Matemática articulada à Educação Ambiental, através do tema Energia Solar, pretende tornar presente na escola a discussão sobre uma postura de vida mais consciente, onde os conteúdos matemáticos auxiliarão na leitura crítica deste mundo que nos cerca e possibilitarão a interferência pessoal na construção de uma sociedade mais equilibrada.

As atividades do projeto, além de focar as preocupações com as questões energéticas atuais, consideram os direitos e deveres dos alunos dentro de sua comunidade, em relação à qualidade do ambiente em que vivem, chegando às possibilidades de atuação individual e coletiva.

As atividades, apresentadas a seguir, foram elaboradas de acordo com o nível de cognição proposto para a disciplina de Matemática para cada série do Ensino Médio, conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (1999).

Tais atividades foram organizadas de forma a serem inseridas no currículo desta disciplina, estabelecendo o maior número possível de relações com a Energia Solar e fazendo uso de conteúdos matemáticos para resolvê-los, interpretá-los e avaliá-los criticamente.

5.1 Análise de gráficos de demanda de energia e custos da energia solar

O Objetivo dessa atividade é analisar e interpretar graficamente a demanda e o custo da energia solar, destacando pontos máximos e mínimos, domínios e imagens, importantes para a compreensão do uso racional da energia e da redução nos custos da energia solar.

1) O gráfico a seguir mostra a demanda de energia elétrica da concessionária de uma certa região em função do número de horas. Analise-o e responda:

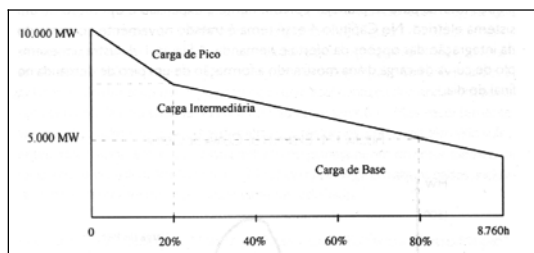


Figura 1 - Exemplo de Curva de Duração de Carga;
Fonte: Jannuzzi, 1997, p. 21

- O que o gráfico representa? Essa curva representa o número de horas no ano em que se registram níveis determinados de demanda de energia elétrica.
- Como o gráfico se comporta? De maneira geral, mostra umas poucas horas de demanda típica de pico alto e então, uma redução gradual da carga com um aumento acumulativo da frequência.
- Qual o tempo total de utilização?

$$\frac{8760h}{24h} = 365 \text{ dias}$$

- Qual o valor máximo de demanda de energia? 10000MW
- Qual o tempo diário médio de utilização da carga de pico?

$$20\% \cdot 8760h = 1752h$$

$$\frac{1752h}{365 \text{ dias}} = 4,8h/\text{dia}$$

2) O gráfico a seguir mostra a demanda de energia elétrica da concessionária de uma certa região em função do horário de utilização. Analise-o e responda:

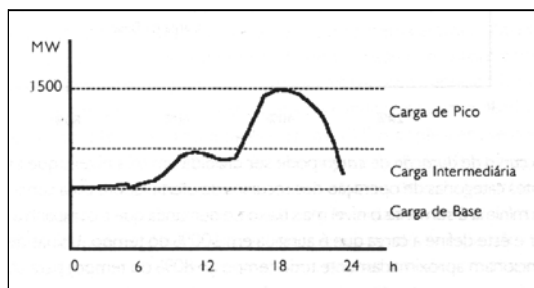


Figura 3 - Exemplo de Curva de Carga;
Fonte: Jannuzzi, 1997, p. 22

a) O que o gráfico representa?

Essa curva representa o horário do dia em que se registram níveis determinados de demanda de energia elétrica.

b) Como o gráfico se comporta quanto ao crescimento?

É crescente entre 0h e 18h (decrece um pouco após 12h), e após, decrescente.

c) Em que período do dia o gráfico registra demanda na carga intermediária?

Aproximadamente entre 0h e 15h e após 23h.

d) Em que período do dia o gráfico registra demanda na carga de pico?

Aproximadamente entre 16h e 22h.

e) Qual o ponto máximo de demanda de energia? 1500MW às 18h.

3) O gráfico a seguir mostra o gasto por ano para aquecer uma piscina de 80.000 litros com diversos tipos de aquecedores.



Figura 5 -Piscina sustentável;
Fonte: www.soletrol.com.br

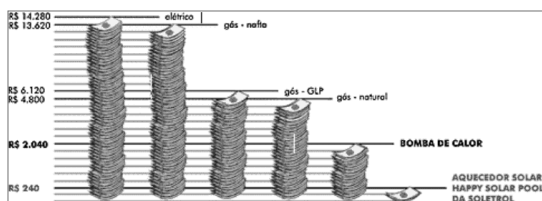


Figura 4-Despesa anual média para aquecimento de piscinas; Fonte:www.soletrol.com.br

a) Qual a economia anual, em reais, de se utilizar o aquecedor solar em rela-

ção ao sistema elétrico? R\$ 14.040,00

b) E em porcentagem?

$$\frac{14280 - 240}{14280} = 0,98319\% = 98,32\%$$

c) Sabendo que a piscina é retangular e tem capacidade para 80000 litros, quais as dimensões possíveis da piscina, em metros?

$$80000 \text{ litros} = 80\text{m}^3 \rightarrow \text{Ex.: Volume} = 8,5\text{m} \cdot 6,28\text{m} \cdot 1,5\text{m} = 80 \text{ m}^3$$

4) Analise o gráfico a seguir e responda:

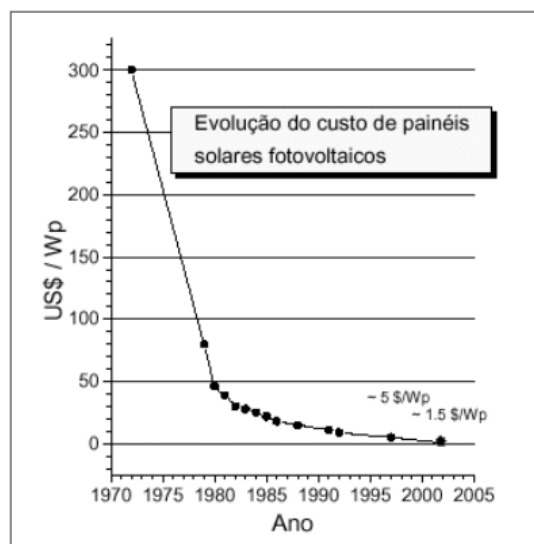


Figura 5 - Evolução do custo de painéis solares fotovoltaicos; Fonte: Maycock, 1997

a) Que tipo de função o gráfico representa?

Assemelha-se a uma função exponencial.

b) Como o gráfico se comporta quanto ao crescimento?

É decrescente em todo domínio.

c) O que se pode concluir sobre o custo dos painéis fotovoltaicos?

Apresenta uma forte queda nos anos 70, continuou caindo, embora não tão acentuadamente, nos anos 80 e 90, chegando a custar em 2002 (projeção) U\$1,5/Wp ou R\$ 4,50/Wp (1U\$ ≅ R\$ 3,00).

d) Quanto, em porcentagem, este custo caiu?

$$\frac{300 - 1,5}{300} = 0,995 = 99,5\%$$

5) Analise o gráfico a seguir e responda:

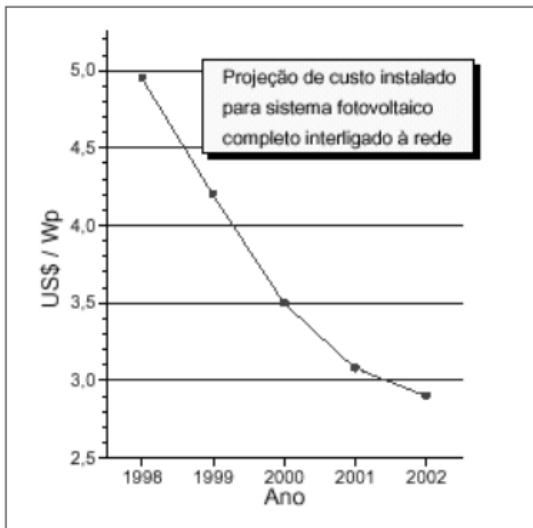


Figura 6 - Projeção de custo instalado para sistema solar fotovoltaico híbrido, Fonte: Maycock, 1997

a) A que período (domínio) o gráfico se refere?

1998 a 2002.

b) Monte uma tabela com os dados do

ANO	1998	1999	2000	2001	2002
US\$/Wp	4,95	4,2	3,5	3,1	2,9

c) O que se pode concluir sobre o custo de um sistema fotovoltaico interligado à rede elétrica convencional?

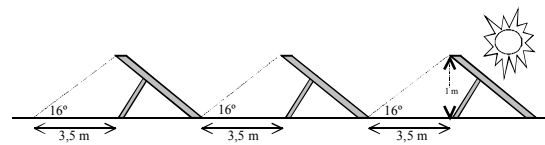
Como a curva apresenta forte queda no período considerado, conclui-se que o custo está diminuindo rapidamente, chegando a U\$2,9/Wp ou R\$ 8,70/Wp (projeção, considerando 1U\$ ≅ R\$ 3,00). Se comparado ao mesmo período no exercício anterior, há uma pequena diferença a maior, o que torna o sistema interligado (hí-

brido) mais confiável pois, na falta de insolação por alguns dias, busca-se energia na rede pública, não havendo possibilidade de ficar sem energia elétrica.

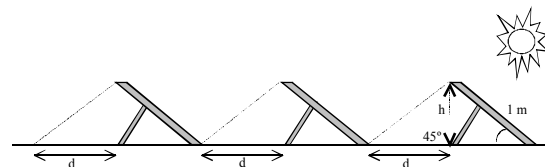
5.2 Cálculo da distância entre painéis solares e de outras medidas

O objetivo é utilizar os conceitos de trigonometria em triângulos retângulos e triângulos quaisquer para calcular a melhor distância em que devem ser dispostos painéis solares colocados paralelamente, assim como o comprimento, a altura e o ângulo de inclinação destes.

1) Para instalar painéis solares paralelamente (para ocupar menos espaço nos telhados e obter melhor ângulo solar), prevê-se um afastamento entre eles de 3,5 vezes a sua altura (STONER, 1974), conforme exemplificado na figura abaixo. Na realidade, se estiverem mais próximos entre si, durante o inverno farão sombra uns aos outros.



Na figura, a seguir, temos painéis solares dispostos paralelamente. Sabendo, então, que devem manter uma distância igual a três vezes e meia a altura do painel, calcule a altura "h" dos painéis e a melhor distância "d" entre eles.



Utilizando: $\text{sen } x = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}}$, temos:

$$\text{sen } 45^\circ = \frac{h}{1}$$

$$h = 0,71 \text{ m}$$

Assim, a distância “d” é:

$$d = 3,5 \cdot h$$

$$d = 3,5 \cdot 0,71$$

$$d = 2,5 \text{ m}$$

2) Se na figura anterior o ângulo indicado fosse de 60° , qual a distância “d” necessária para um painel, no inverno, não fazer sombra no outro?

Utilizando: $\text{sen } x = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}}$, temos:

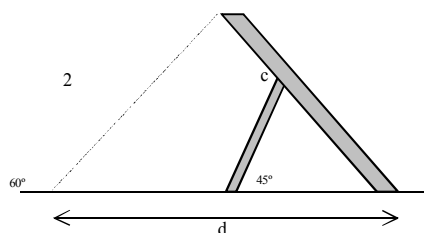
$$\text{sen } 60^\circ = \frac{h}{1}$$

$$h = 0,866 \text{ m}$$

Assim, a distância “d” é:

$$d = 3,5 \cdot h = 3,5 \cdot 0,866 = 3 \text{ m}$$

3) Calcule, na figura abaixo, o comprimento “c” do painel solar e a distância “d” da sua sombra projetada.



Utilizando a lei dos senos:

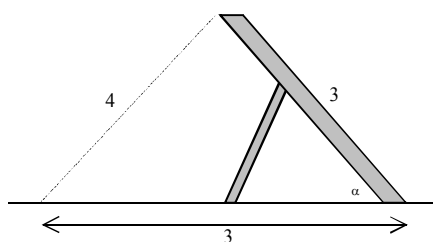
$$\frac{a}{\text{sen}A} = \frac{b}{\text{sen}B} = \frac{c}{\text{sen}C}, \text{ temos:}$$

$$\frac{2}{\text{sen } 45^\circ} = \frac{c}{\text{sen } 60^\circ} \text{ e } \frac{d}{\text{sen } 75^\circ} = \frac{2}{\text{sen } 45^\circ}$$

$$c = 2,5 \text{ m}$$

$$d = 2,7 \text{ m}$$

4) Calcule, na figura abaixo, o ângulo de inclinação α (em graus) do painel solar.



Utilizando a lei dos cossenos:

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos \alpha, \text{ temos:}$$

$$4^2 = 3^2 + 3^2 - 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot \cos \alpha$$

$$16 - 9 - 9 = -18 \cdot \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{-2}{-18}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{9}$$

$$\text{arc cos } \alpha = 84^\circ$$

Assim, o ângulo de inclinação do painel solar é 84° .

Mostra-se, assim, uma das possibilidades de aplicação da trigonometria em triângulos ensinada no Ensino Médio. Neste caso, é preciso calcular sempre a distância entre os painéis, antes da instalação dos mesmos, assim como é possível calcular o comprimento dos painéis, sua altura e os ângulos de inclinação para melhor captar a energia solar, ângulo este que dependerá ainda da latitude do local.

6 Conclusão

Diante do quadro problemático da Educação como um todo, do Desenvolvimento Sustentável e do ensino e aprendizagem da Matemática, refletido nos pressupostos teóricos, pensa-se que o papel atribuído à Educação Matemática no Ensino Médio deve ser mais valorizado, introduzindo metodologias que vislumbrem uma nova maneira de construir as idéias matemáticas, levando o aluno de uma atitude passiva para outra ativa, estimulando a troca de idéias, explorando a vivência que o aluno traz para a sala de aula e, fundamentalmente, visando o processo de ensino e não somente o produto.

A alternativa que se propõe é a adoção de uma nova postura em educação, de reconhecer que o indivíduo é um todo integral e que suas práticas cognitivas não são desvinculadas do contexto no qual o processo se dá. Na utilização do tema energia solar, salienta-se uma contínua relação com os problemas ambientais.

Referências

- ALMEIDA, Fernando. *O Bom Negócio da Sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.
- ANAMMA; FAMURS. *Agenda 21 – Documento Básico*. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: ANAMMA-FAMURS, 1992.
- BRANCO, Samuel Murgel. *Energia e Meio Ambiente*. São Paulo: Moderna, 1999.
- _____. *O Meio Ambiente em Debate*. São Paulo: Moderna, 1999.
- BRUNDTLAND, G. H. (Coord.). *Nosso Futuro Comum*. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: FGV, 1991.
- CRESPO, L. *La Ciencia y la Tecnología ante la Problemática Ambiental*. Madrid: UNED, 1995.
- GOLDEMBERG, José. *Olhares sobre o Brasil*. Santa Maria: UFSM-FATEC, 1999.
- GROENWALD, Claudia Lisete Oliveira. *Matemática e Educação Ambiental: educando para o desenvolvimento sustentável*. Encontro Gaúcho de Educação Matemática, 6. Anais. Osório, jun. 1999.
- HUTCHISON, David. *Educação Ecológica: idéias sobre consciência ambiental*. Porto Alegre: ArtMed, 2000.
- LEFF, E. (Coord.). *Ciências y Formación Ambiental*. Barcelona: UNAM, 1995.
- LUTZENBERGER, José. *Energia Solar: alternativas para o desenvolvimento*. Ciclo de Debates da Comissão de Obras Públicas da Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: [s.e.], 1978.
- MAYCOCK, P. D., *PV News*, v. 16, 1997.
- MEDINA, Naná Mininni; SANTOS, Elizabeth da Conceição. *Educação Ambiental: uma metodologia participativa de formação*. Petrópolis: Vozes, 1999.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. *Carta Brasileira para Educação Ambiental. Workshop de Educação Ambiental*. Rio de Janeiro: [s.e.], 1992.
- _____. *Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: [s.e.], 1999.
- PARDO DÍAZ, Alberto. *Educação Ambiental como Projeto*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- REIGOTA, Marcos. *Meio Ambiente e Representação Social*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1998.
- _____. *Educação Ambiental, Cidadania e Criatividade*. Campinas: Unicamp, 1991.
- SATO, M; SANTOS, J. E. *Agenda 21 em Sinopse*. São Carlos: UFSCar, 1996.
- SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. *Padrão Referencial de Currículo: Matemática*. 1ª versão. Porto Alegre: [s.e.], 1998.
- _____. *Padrão Referencial de Currículo: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Ensino Médio: Matemática e Física*. Porto Alegre: [s.e.], 1998.
- SERRES, Michel. *O contato natural*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1990.
- SOUZA, Nelson Mello e. *Educação Ambiental: dilemas da prática contemporânea*. Rio de Janeiro: Thex, 2000.
- TORRES SANTOMÉ, Jurjo. *Globalización e Interdisciplinariedad*. Madrid: Morata, 1996.
- TRAJBER, Raquel; COSTA, Larissa B. (Org.). *Avaliando a Educação Ambiental no Brasil: materiais audiovisuais*. São Paulo: Peirópolis, 2001.
- TRAJBER, Raquel; MANZOCHI, Lúcia H. *Avaliando a Educação Ambiental no Brasil: materiais impressos*. São Paulo: Gaia, 1996.
- UICN; PNUMA; WWF. *Cuidando do Planeta Terra: uma estratégia para o futuro da vida*. Sumário. São Paulo: CL-A Cultural, 1991.
- UNESCO/PNUMA. *La Educación Ambiental: las grandes orientaciones de la Conferencia de Tbilisi*. Paris: UNESCO, 1980.