



## EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE: UMA PROPOSTA DE ENSINO UTILIZANDO A ENERGIA EÓLICA COMO TEMA GERADOR NOS ANOS INICIAIS

Temática: Ensino de Ciências para sustentabilidade

*Tania Renata Prochnow<sup>1</sup>*

*Madalena da Rocha Pietzsch<sup>2</sup>*

*Eriberto Façanha<sup>2</sup>*

*Maria Eloisa Farias<sup>3</sup>*

### Resumo

Nosso cotidiano tem sido cada vez mais alterado e afetado pelo impacto ambiental e os termos poluição do ar, da água e dos solos, perda da biodiversidade e as mudanças climáticas passaram a fazer parte deste cotidiano. Para contribuir com a mudança deste quadro e procurar alcançar uma sociedade mais sustentável, a figura do educador se torna fundamental para, através da Educação Ambiental, construir conhecimentos que levem à compreensão dos problemas globais e locais e a busca de soluções alternativas. Este trabalho discorre sobre os problemas da utilização de energia e sobre as energias alternativas, em especial a energia eólica, como temas geradores no processo de educação para a sustentabilidade no ensino fundamental. Propõe um roteiro de abordagem do tema para trabalhar com estudantes do 1º ao 5º ano, para os quais os conceitos de energia, fontes alternativas, energia eólica e sustentabilidade ambiental são ainda conceitos em formação. Esta proposta procura atender os objetivos do ProNEA de promover processos de educação ambiental que levem à construção de sociedades mais sustentáveis. Ao final, apresenta também propostas de continuidade trabalho e discussão do tema para alunos de maior faixa etária, visando uma formação progressiva.

**Palavras Chaves:** Ensino de Ciências. Educação Ambiental. Sustentabilidade Energias alternativas. Energia Eólica.

### Educação para a sustentabilidade e o consumo energético

Em 2000, em Dakar, foi realizado o Fórum Mundial de Educação gerando um documento denominado Marco de Ação de Dacar: Educação para Todos. Neste, encontramos que “a educação enquanto um direito humano fundamental é a chave para um desenvolvimento sustentável” (UNESCO, 2000).

A escola tem um papel fundamental, neste processo, junto à sociedade. Deve buscar a interdisciplinaridade e a transversalidade para discutir situações que sejam o cotidiano dos educandos. Dentro deste cotidiano surgem questões ambientais como o aumento no consumo de bens planetários como água, energia, minérios, e a redução da biodiversidade, que vem causando graves problemas ambientais. Em decorrência, surgem novos elementos neste cotidiano: poluição do ar, da água e dos solos, perda da biodiversidade e as mudanças climáticas.

---

1- Dr<sup>a</sup>. em Ciências, professora do PPGEICIM-ULBRA/Canoas – taniapro@gmail.com

2- Mestrandos do PPGEICIM

3-Dr<sup>a</sup> em Ensino de Ciências, professora do PPGEICIM-ULBRA/Canoas

Temática: Ensino de Ciências para Sustentabilidade



Segundo Sauv , 2005 *“No correr dos últimos trinta anos, os que atuam na área da educa o ambiental têm gradualmente tomado consciência da riqueza e da amplitude do projeto educativo que ajudaram a construir”*.

Para tentar enfrentar os problemas que afetam o nosso cotidiano surgiram propostas como consumo verde, consciente,  tico, responsável ou sustentável. Neste contexto, ocorre um chamamento a uma nova postura diante do consumo, onde o conhecimento   fundamental para uma leitura crítica da realidade e para se buscar formas concretas de se atuar sobre os problemas ambientais.   fundamental que, formadores, professores e alunos busquem formas inovadoras e abertas de construir um conhecimento que possibilite apreender os problemas globais para neles inserir os conhecimentos parciais e locais (BRASIL, 2005).

Uma grande parte dos problemas ambientais atuais está relacionada   produ o de energia, cada vez mais consumida pela sociedade atual e que causa, quando gerada pelos principais processos utilizados atualmente, polui o atmosférica, impacto   camada de ozônio, chuva ácida e a conseqüente altera o de solos e águas e as altera es climáticas (BAIRD & CANN, 2011). Todos estes impactos acabam afetando seriamente a flora, a fauna e a saúde e o bem estar humano.

Hoje, 75% da energia gerada em todo o mundo são consumidos por apenas 25% da popula o mundial, principalmente nos países industrializados (BRASIL, 2005). Os Estados Unidos continuaram a liderar o *ranking* dos maiores consumidores em 2007, ao responder por 21,3% do total mundial, conforme o estudo da BP Global (British Petroleum). Nos países desenvolvidos houve certa diversifica o no tipo de consumo de energia. Assim, entre 1973 e 2006, a participa o do carvão nos países da OCDE (Organiza o para Coopera o e Desenvolvimento Econ mica, formada por 34 países e liderada pela França) recuou de 10,1% para 3,5% do total de energia consumida. No petróleo, a queda foi de 56,6% para 51,8%. Simultaneamente, o consumo de energia elétrica passou de 11,4% para 20,3% enquanto as fontes renováveis e as do grupo “Outras Fontes” (eólica e solar, entre outras) também apresentaram um salto significativo, embora sua posi o no *ranking* total continuasse pouco expressiva. As fontes renováveis (lideradas pela biomassa) apresentaram varia o de 2,9% para 3,8% no período e o grupo “Outras Fontes”, de 0,8% para 1,9%. O Brasil, em 2007, respondeu por 2% do consumo mundial (ANEEL, 2008).



Prevendo que a população dos países em desenvolvimento deverá dobrar até que se consiga a estabilização, por volta do ano 2110, e melhorar seus padrões de consumo, a questão é: como atender à demanda por energia sem que ocorram impactos ambientais ainda mais significativos.

Em 2008, muitos países – inclusive o Brasil – já mantinham programas oficiais para expansão das chamadas fontes renováveis de energia, iniciados já há alguns anos. Do ano de 2006 para 2007, já se observava um crescimento no uso de biomassa e de “outras fontes” (Tabela 1). No grupo chamado “outras fontes” estão o vento (energia eólica), sol (energia solar), mar, geotérmica (calor existente no interior da Terra), esgoto, lixo e dejetos animais, entre outros. São energias renováveis e, portanto, corretas do ponto de vista ambiental (ANEEL, 2008). As fontes renováveis são aquelas que não se esgotam. Algumas delas são fontes permanentes e contínuas – como o Sol, o vento, a água e o calor da terra – outras podem se renovar – como a biomassa.

**Tabela 1 - Consumo final energético por fonte (103 tep)**

<b>Fonte</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>Varição %</b>
Eletricidade	33.536	35.443	5,70%
Óleo diesel	32.816	34.836	6,20%
Bagaço de cana	24.208	26.745	10,50%
Lenha	16.414	16.310	-0,60%
Gás natural	13.625	14.731	8,10%
Gasolina*	14.494	14.342	-1,00%
Álcool etílico	6.395	8.612	34,70%
Gás liquefeito de petróleo	7.199	7.433	3,20%
Outras fontes**	39.887	42.957	7,70%

Fonte: ANEEL, 2008

A energia é utilizada para gerar iluminação, movimentar máquinas e equipamentos, controlar a temperatura produzindo calor ou frio, em comunicações, etc. A contrapartida dos benefícios proporcionados pelo desenvolvimento tecnológico é o crescimento constante do consumo de energia. Para atender à demanda, se precisa investir cada vez mais na construção de usinas de geração, linhas de transmissão e distribuição, com sérios impactos ambientais. A gravidade destes impactos vai depender em grande parte da fonte de energia usada. O emprego de fontes não renováveis está associado a maiores riscos ambientais, tanto locais (poluição do ar e vazamento radioativo), como globais (aumento do efeito estufa). Já as fontes



de energia renováveis, são consideradas as formas de geração mais limpas que existem, embora também possam afetar o meio ambiente, dependendo das formas de utilização desses recursos (BRASIL, 2005).

## **A Energia Eólica**

A energia eólica é a energia gerada pelo vento. Este tipo de energia é utilizado pelo homem, desde a antiguidade principalmente nas embarcações e moinhos. Atualmente a energia eólica é gerada por grandes turbinas (aerogeradores), em formato de cata-vento, as quais são colocadas em locais abertos e com boa quantidade de vento, onde o movimento destas turbinas gera energia elétrica através de um gerador. Assim como a energia hidráulica, a energia eólica é utilizada há milhares de anos com as mesmas finalidades, como o bombeamento de água, a moagem de grãos e outras aplicações que envolvem energia mecânica. Para a geração de eletricidade, as primeiras tentativas surgiram no final do século XIX, mas somente um século depois, com a crise internacional do petróleo (década de 1970), é que houve interesse e investimentos suficientes para viabilizar o desenvolvimento e aplicação de equipamentos em escala comercial (ANEEL, 2008).

A primeira turbina eólica comercial ligada à rede elétrica pública foi instalada em 1976, na Dinamarca. Atualmente, existem mais de 30 mil turbinas eólicas em operação no mundo. Em 1991, a Associação Europeia de Energia Eólica estabeleceu como metas a instalação de 4.000 MW de energia eólica na Europa até o ano 2000 e 11.500 MW até o ano 2005. Essas e outras metas foram cumpridas muito antes do esperado (4.000 MW em 1996, 11.500 MW em 2001). A energia eólica tem registado nos últimos anos uma evolução verdadeiramente assinalável. A taxa de crescimento verificada na potência eólica instalada a nível mundial, registava no dia 4 de Março de 1998 e no dia 25 de Março de 2009 os valores de 7.322 MW e 120.475 MW, respectivamente (CASTRO, 2009).

A avaliação do potencial eólico de uma região requer trabalhos sistemáticos de coleta e análise de dados sobre a velocidade e o regime de ventos. Geralmente, é realizada uma avaliação rigorosa como levantamentos específicos, como dados coletados em aeroportos, estações meteorológicas e outras aplicações similares podendo assim fornecer uma primeira estimativa do potencial bruto ou teórico de aproveitamento da energia eólica. Para que a energia eólica seja considerada tecnicamente aproveitável, de acordo com dados



disponibilizados pela ANEEL (2008), é necessário que sua densidade seja maior ou igual a  $500 \text{ W/m}^2$ , a uma altura de 50 m, o que requer uma velocidade mínima do vento de 7 a 8 m/s.

A energia eólica traz benefícios ambientais significativos do ponto de vista da emissão de substâncias nocivas à atmosfera, porém, existem outros aspectos ligados com a preservação do ambiente que devem ser observados. É indispensável que os projetos sejam adequadamente integrados na paisagem e desenvolvidos em colaboração com as comunidades locais. A maior parte das pessoas que vivem nas imediações dos parques eólicos veem estes de forma atraente, tornando-se muitas vezes atrações turísticas e um símbolo elegante e esteticamente reconfortante de um futuro melhor. O ruído das turbinas (zumbido, em velocidades de vento mais baixas) também é discutido, no entanto esses estão dentro dos limites suportáveis, com a nova geração de aerogeradores. Outros fatores são considerados negativos, como a interferência eletromagnética com sinais de sistemas de comunicações, os efeitos sobre a vida animal, nomeadamente as aves migratórias. Por outro lado, o uso da terra não fica comprometido com a instalação de turbinas eólicas (CASTRO, 2009).

Segundo a Organização Mundial de Meteorologia, em apenas 13% da superfície terrestre o vento apresenta velocidade média igual ou superior a 7 m/s, a uma altura de 50 m. Ainda assim, o potencial líquido corresponde a cerca de quatro vezes o consumo mundial de eletricidade.

Apesar de ter um território vasto com grande potencial de geração de energia elétrica utilizando o vento, o Brasil ainda produz pouca energia a partir desta fonte. Atualmente, o Brasil produz cerca de 1200 MW, correspondendo a apenas 0,6% de participação no sistema elétrico nacional.

Embora ainda haja divergências entre especialistas e instituições na estimativa do potencial eólico brasileiro, vários estudos indicam valores extremamente consideráveis. Até poucos anos, as estimativas eram da ordem de 20.000 MW. Hoje a maioria dos estudos indica 4 valores maiores que 60.000 MW. Essas divergências decorrem principalmente da falta de informações (dados de superfície) e das diferentes metodologias empregadas (ANEEL, 2008).

A energia eólica é renovável, limpa, e, se utilizada para substituir fontes de combustíveis fósseis, auxilia na redução do efeito estufa. O custo da geração de energia eólica tem caído rapidamente nos últimos anos.



## **Educar para sustentabilidade com o tema Energia Eólica**

O consumo desenfreado de fontes fósseis de energia e o mau uso das energias renováveis comprometem cada vez mais a sustentabilidade ambiental e a saúde humana.

A Educação Ambiental no ensino fundamental é de extrema relevância para o desenvolvimento de conhecimentos, atitudes e valores que conduzam a um conhecimento do ambiente atento à sustentabilidade.

A observação diária permite verificar que a energia pode ser bem ou mal utilizada e o que leva a desperdícios inúteis. Decorre daí a importância da informação e de intervenções junto e com os alunos de forma a sensibilizá-los, desde cedo, para os problemas não só da energia, mas de todo o Ambiente. Intervir pedagogicamente, junto dos alunos, para sabermos em que medida os conteúdos programáticos no contexto escolar e as aquisições de novas aprendizagens, podem levar a mudanças conceituais e atitudinais em relação à problemática da energia e do Ambiente em geral. Desenvolver projetos relacionados com o ambiente e com o desenvolvimento sustentável no ensino fundamental proporciona a oportunidade de abordar conceitos e noções que ainda estão em fase de construção por parte dos alunos, permitindo também o desenvolvimento do raciocínio. Nesta fase, é necessário partir de situações concretas para conciliar as capacidades cognitivas dos alunos, a cada etapa de sua formação, e a compreensão de fenômenos complexos, com os objetivos da Educação Ambiental. Os alunos tomam, progressivamente, consciência das realidades exteriores e da variedade do mundo em que vivem (MARQUES, 2007).

Para alunos do primeiro ao quinto ano não é fácil explicar conceitos como o de Desenvolvimento Sustentável e de Sustentabilidade, em função da sua complexidade. Do conceito de EA emana o conceito de interdisciplinaridade no ensino, sendo esta “o eixo central de um novo modo de educar, uma plataforma para ações educativas fundadas em preocupações ambientais” (CASCINO, 1999. p.62). A interdisciplinaridade na EA deve ser construída como um eixo fundamental de um modelo de criação de uma consciência ambiental global. “O que caracteriza a atitude interdisciplinar é a ousadia da busca, da pesquisa: é a transformação da insegurança num exercício do pensar, num construir” (FAZENDA, 2001, p.18).



Deve-se, então procurar desenvolver metodologias de ensino para procurar atender a esta complexidade e alcançar o que o ProNEA (Programa Nacional de Educação Ambiental) em sua terceira edição, estabelece como seu primeiro objetivo:

“Promover processos de educação ambiental voltados para valores humanistas, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências que contribuam para a participação cidadã na construção de sociedades sustentáveis” (ProNEA, 2005, p.39).

Para desenvolver esta temática com alunos dos anos iniciais, do ensino fundamental, foi elaborado um roteiro de ensino sobre a energia eólica objetivando:

- levar os alunos a analisar e entender os processos de produção de energia e a importância da energia eólica no Brasil e no mundo;
- promover ações na escola e na comunidade que contribuam para economizar energia e evitar usos inadequados e predatórios dos recursos naturais disponíveis.

Os conteúdos específicos a serem desenvolvidos serão: fontes de energia, energias alternativas e energia eólica. O tempo previsto para o desenvolvimento da temática será de três aulas. Sugere-se que o docente desenvolva o tema escolhido em forma prática. Nesta proposta “encontramos a necessidade de apresentar, primeiramente, modelos de como deve ser realizado o conteúdo de aprendizagem”, com o planejamento que segue distribuído em 3 aulas (ZABALA, 1999, p.17).

## **Primeira aula**

O professor realiza uma introdução ao tema relacionando exemplos de utilização de energia no cotidiano dos alunos, buscando assim motivar a turma.

Após a introdução, pode solicitar que os alunos formem grupos pequenos (no máximo com cinco colegas).

Nos grupos são questionados e discutidos: “O que é e para que serve a energia? Como funciona a geração de energia a partir da força e do movimento dos ventos? Como é possível captar essa energia natural para gerar eletricidade? Como está hoje a implantação desse sistema nos diferentes países e regiões do planeta? Em que situação está o Brasil em termos de energia eólica?”.



Essas são algumas das questões que devem ser respondidas para avaliar o uso de energia eólica como fonte alternativa ou complementar no mundo atual.

Como proposta para unir teoria e prática, é recomendável a confecção de cata-ventos de papel. Aos alunos, estes cata-ventos auxiliarão a entender os movimentos dos antigos moinhos de vento - usados para moer grãos e outros alimentos. Com eles, é possível ter noção dos princípios envolvidos na geração de energia pela força dos ventos.

Para esta atividade, os alunos vão precisar dos seguintes materiais: cartolina, canudos grossos ou palitos de espetinho de churrasco, alfinetes ou tachinhas, régua, tesoura e cola. O professor acompanha com atenção e recomenda o cuidado necessário no manuseio desses materiais, para evitar acidentes.

As etapas para a construção são:

- 1) marcar e recortar um quadrado de cartolina de cerca de 20 cm de lado;
- 2) dobrar o quadrado duas vezes deixando linhas diagonais marcadas e recortar  $\frac{1}{4}$  de cada linha;
- 3) dobrar as pontas de cada lado recortado e colar no centro do quadrado;
- 4) colar um pequeno pedaço de cartolina no centro do cata-vento para dar mais estabilidade;
- 5) pregá-lo em um espetinho ou canudo com alfinete ou tachinha.

Após a confecção do material, os estudantes são levados para o pátio da Escola. Em local aberto onde podem sentir o movimento do ar, os alunos verificarão a força e a direção do vento, que movimentam as pás do cata-vento, a exemplo dos moinhos de vento. Solicita-se que escrevam as suas observações e discutam os resultados registrados, que posteriormente serão utilizados nas aulas seguintes.

## **Segunda e terceira aulas**

Após a socialização dos resultados, com base na experiência do cata-vento, os alunos são estimulados a pesquisar sobre o aproveitamento histórico da energia eólica.

Serão apresentadas as figuras e discutidos os barcos a vela, comuns no Egito há cerca de 4 mil anos, e os moinhos de vento para moer grãos, comuns na Babilônia em 2.000 a.C., e na antiga Pérsia (atual Irã), por volta de 200 a.C., bombeamento de água com energia eólica e os atuais aerogeradores. Aqui se sugere a construção de uma linha de tempo com os





estudantes. Neste momento é possível explorar o tema de forma interdisciplinar, envolvendo ciências, geografia, história, português e artes.

Com o resultado da coleta de figuras, ilustrações, fotografias e outras imagens, solicita-se aos grupos que construam painéis ou cartazes sobre a evolução do uso da energia eólica no mundo, lembrando-os de incluir os avanços atuais, como as modernas torres de pás e turbinas para geração de eletricidade.

Os alunos já alfabetizados devem criar um título para o trabalho, escrever legendas para as figuras e redigir um texto sobre o uso dos ventos para produzir energia limpa e renovável. Para socializar os resultados, os trabalhos podem ser expostos na escola para serem apreciados pelas outras turmas. “Para aprender Ciências Naturais é necessário ter contato com a realidade para interiorizar o mundo que nos rodeia: estudar o que acontece, anotar, discutir com os companheiros ou com os professores, comparar fatos semelhantes, acompanhar um processo do princípio ao final” (ZABALA, 1999, p.22).

Para finalizar e avaliar o trabalho, os alunos são questionados verbalmente sobre o que entenderam a respeito da energia e sua utilização, a importância do uso de energias alternativas e sobre a utilização e a produção de energia eólica. Depois das verbalizações os estudantes elaboram um relatório escrito sobre a atividade.

Este trabalho pode ser estendido aos demais anos do ensino fundamental, tratando o assunto com aspectos progressivamente mais aprofundados, incluindo além dos assuntos abordados, países com maior capacidade eólica instalada, benefícios ambientais decorrentes do uso da energia eólica, possíveis problemas ambientais regionais decorrentes deste uso, regiões do planeta e do país com capacidade de gerar energia eólica, situação de sua região e importância da energia eólica na matriz energética brasileira, entre outros.

### **Considerações Finais**

A estratégia de ensino utilizada possibilita a participação ativa do estudante no processo de aprendizagem, propiciando o desenvolvimento contínuo de diferentes habilidades.

Com o aprofundamento do conhecimento e das discussões resultantes do trabalho teórico-prático sobre a energia eólica e outras formas de energia menos impactantes ao ambiente no ensino fundamental, podemos procurar promover mudanças conceituais,



atitudinais e procedimentais em relação à problemática da energia e do ambiente em geral, procurando aproximação da escola com os objetivos estabelecidos pelo ProNEA, contribuindo desta maneira para a formação de uma sociedade mais sustentável.

### Referências

BAIRD, C., CANN, M. – **Química ambiental** – Ed. Bookman. 3ª ed., 2011. 844p

BRASIL - **Consumo Sustentável**: Manual de educação. Brasília: Consumers International/MMA/ MEC/IDEC, 2005. 160 p.

BRASIL - **Programa nacional de educação ambiental** - ProNEA / MMA, Diretoria de Educação Ambiental; ME, Coordenação Geral de Educação Ambiental. - 3. ed - Brasília : Ministério do Meio Ambiente, 2005.102p.

BRASIL - **Atlas de energia elétrica do Brasil** / Agência Nacional de Energia Elétrica. 3. ed. – Brasília : Aneel, 2008

CASCINO, F. - **Educação Ambiental – princípios, história, formação de professores**. São Paulo: SENAC, 1999.

CASTRO, R.M.G. - Energias Renováveis e Produção Descentralizada - **Introdução à Energia Eólica** - Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2009. Disponível em:

<http://www.aerotower.gofreeserve.com/aerotower/EER/Introdu%20%20Energia%20Eolica,%20Rui%20Castro%20IST.pdf> Acessado em 21.06.2013.

FAZENDA, I.C.A. **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo: Cortez, 2001.

MARQUES, S. – **Energias Fósseis versus Energias Renováveis: proposta de intervenção de Educação Ambiental no 1º Ciclo do Ensino Básico** - Mestrado em Estudos da Criança, Promoção da Saúde e do Meio Ambiente - Instituto de Estudos da Criança – Universidade do Minho, Portugal, 2007.

SAUVÉ, L. - Educação Ambiental: possibilidades e limitações - **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 317-322, maio/ago./2005.

UNESCO - Organizações das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura – **O Marco de Ação de Dakar Educação Para Todos**: atendendo nossos Compromissos Coletivos. Dakar, Senegal: Cúpula Mundial de Educação, 2000.

**ZABALA, A. Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda.,1999.