

AQUECEDOR SOLAR DE BAIXO CUSTO EM ATIVIDADE DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO EM JUNDIAÍ-SP

Valéria Aparecida Fernandes¹

Isabela Cristina Alves Goulart²

André Luiz da Conceição³

Resumo

A educação ambiental deve ser trabalhada desde as séries iniciais da educação básica, a fim de enraizar conceitos que se transformarão em ações no decorrer da aprendizagem, sendo de suma importância para a interdisciplinaridade e a experimentação. Dessa forma, o objetivo geral deste estudo foi analisar a viabilidade educacional de um modelo experimental de aquecedor solar de baixo custo construído em uma instituição de ensino localizada no município de Jundiaí-SP. Foi realizada uma atividade didático-pedagógica de educação ambiental com grupos de alunos entre quatro e seis anos de idade, relacionando o modelo experimental do aquecedor solar com temas relativos ao consumo consciente de recursos hídricos e às fontes alternativas de energia para aquecimento da água. A atividade proposta contou com o envolvimento e participação dos alunos, contribuindo para estimular a conscientização ambiental dos estudantes em relação à problemática da escassez e qualidade da água no mundo, bem como sobre a energia solar como importante alternativa energética.

Palavras-chave: Aquecedor solar de baixo custo. Educação ambiental. Água. Energia solar.

Abstract

Environmental education must be present since the initial grades of basic education to foster concepts that will transform into actions during the learning process, being of paramount importance for interdisciplinary education and experimentation. Accordingly, the general goal of this study was to analyze the educational feasibility of an experimental model of low-cost solar heater built in a teaching institution located in the municipality of Jundiaí-SP. A didactic-pedagogical activity of environmental education was carried out with groups of students between 4 and 6 years of age, relating the experimental model of the solar heater with themes connected to the conscious consumption of water resources and the alternative sources of energy for water heating. The proposed activity had the involvement and participation of the students, contributing to stimulate students' environmental awareness regarding the problems of water scarcity and quality in the world, as well as solar energy as an important alternative source of energy.

Keywords: Low-cost solar heater. Environmental education. Water. Solar energy.

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Padre Anchieta (UniAnchieta). Graduada em Fisioterapia pela Universidade Cruzeiro do Sul, especialista em Fisioterapia do Trabalho pelo Colégio Brasileiro de Estudos Sistêmicos (CBES). E-mail: valeria.pericias@gmail.com.

² Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Padre Anchieta (UniAnchieta). E-mail: isabela.agoulart@hotmail.com.

³ Doutor e mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), graduado e especialista em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), docente e pesquisador do Centro Paula Souza (CPS) e do Centro Universitário Padre Anchieta (UniAnchieta). E-mail: andre.conceicao@anchieta.br.

1 INTRODUÇÃO

1.1 O meio ambiente e a escola

Os problemas socioeconômicos e ambientais da sociedade atual alertam para a necessidade de mudanças no paradigma de desenvolvimento, de forma que ocorra a transição para um modelo que valorize as esquecidas e/ou negligenciadas variáveis ambientais.

Nesse contexto, o crescimento populacional é cada vez mais intenso, e a tecnologia vem se desenvolvendo cada vez mais; em função disso, aumenta-se a exploração dos recursos naturais, assim como a produção de resíduos, que comprometem o equilíbrio ecológico. Associado a isso, o atual modelo de desenvolvimento econômico e tecnológico da sociedade capitalista urbano-industrial tem causado crescente impacto sobre o meio ambiente (SANTOS, 2009).

Em razão desse crescente impacto ambiental, o homem passa a sofrer consequências de suas próprias ações, como o esgotamento dos recursos hídricos, a poluição do ar, água e solo, trazendo diversas doenças, segregação socioespacial e a crescente violência nos centros urbanos (SANTOS, 2009). Nesse sentido, é necessário integrar os recursos naturais na análise dos problemas enfrentados pela sociedade atual, uma vez que tais recursos são limitados e fundamentais para a conservação da vida (PENNEREIRO; FERREIRA; LEITE, 2010).

Para que ocorra a conscientização do impacto causado ao meio ambiente e, primordialmente, para que a responsabilidade de cada indivíduo seja ressaltada e compartilhada, um processo educativo significativo e contextualizado é essencial (PENNEREIRO; FERREIRA; LEITE, 2010). Dessa forma, a educação ambiental passa a ser uma das ferramentas que possui como finalidade sensibilizar os cidadãos sobre o seu papel na sociedade e a importância da conservação dos recursos (SANTOS, 2009).

Segundo Dias (2004), a educação ambiental deve favorecer os processos que permitam que os indivíduos e os grupos sociais ampliem a sua percepção e internalizem, conscientemente, a necessidade de mudanças.

Sendo assim, a educação ambiental surge como disciplina construída da cidadania, indicando que a sociedade é responsável pela qualidade ambiental e consequente qualidade de vida. Além disso, constitui um processo educativo, cuja finalidade é desenvolver instrumentos pedagógicos e ampliar a prática educativa para que o homem viva em harmonia com o meio ambiente (BARCELOS; NOAL, 2000).

Segundo Barcelos (2008), a escola é um local privilegiado para a realização da educação ambiental, desde que se dê a oportunidade à criatividade. A questão ambiental supõe que a sociedade terá que buscar novas maneiras de pensar e agir que garantam a sustentabilidade ecológica, refletindo em um novo universo de valores, que devem ser construídos desde a primeira infância, e a escola tem um grande papel a desempenhar nisso (BRASIL, 1998).

As práticas de educação ambiental não devem visar somente à transmissão de conhecimento, mas criar artifícios para a mudança de comportamento de cada indivíduo e da sociedade. Assim, as disciplinas trabalhadas nas escolas, em todos os níveis, devem contribuir no sentido de levar os estudantes a refletir, esclarecer e expressar suas impressões e valores quanto ao meio ambiente (PENNEREIRO; FERREIRA; LEITE, 2010).

Assim, é de suma importância a escola buscar diferentes estratégias para abordar a educação ambiental, a fim de sensibilizar os discentes. Percebe-se, então, a necessidade de buscar alternativas para o trabalho com a educação ambiental, já que o aprendizado se dá por intermédio de atividades que envolvem a descontração, ao mesmo tempo em que integra conhecimentos e habilidades, sendo certa a importância do trabalho lúdico multidisciplinar (SANTOS, 2009).

1.2 O coletor solar

O esgotamento progressivo das reservas de petróleo, matéria-prima básica da sociedade industrializada, tem gerado estudos sobre fontes alternativas de energia. Entre elas, têm sido consideradas a energia eólica, o etanol, a energia nuclear e a energia solar (PIMENTEL, 2011).

Vale lembrar que a energia é fundamental à vida, e o Sol é a principal fonte de energia do mundo, com durabilidade de pelo menos mais cinco bilhões de anos, cuja utilização tem a vantagem de causar baixos impactos ambientais (WEILLER et al., 2007).

Ao longo da história, o ser humano tem utilizado a energia solar, transformando-a em outras formas de energia, tais como a térmica e a mecânica, permitindo, assim, o desenvolvimento de diferentes tecnologias. Pesquisas mostram dispositivos básicos de captação de energia solar usando coletores planos tanto para aquecimento do ar como da água, em diversas aplicações (PALZ, 2002).

Nesse contexto, buscam-se meios alternativos para o aquecimento da água a ser utilizada para diferentes finalidades. Dentre os dispositivos existentes, há o coletor solar, que a partir de placas planas absorve a energia solar e aquece a água, podendo ser construído com materiais de baixo custo.

A construção e o funcionamento de um coletor solar envolvem uma grande variedade de temas, propiciando a realização de uma aula diferente, aumentando a efetividade no ensino e aprendizagem dos conceitos apresentados (WEILLER et al., 2007).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivos analisar a construção de um modelo experimental de coletor solar de baixo custo e executar uma atividade didático-pedagógica, a fim de verificar a viabilidade de sua utilização para fins didáticos.

Vale salientar que o presente artigo é resultado do desenvolvimento de projeto de iniciação científica, junto ao Programa Institucional de Incentivo à Pesquisa e Iniciação Científica do Centro Universitário Padre Anchieta – UniAnchieta, no período de agosto de 2016 a julho de 2017.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa envolveu o desenvolvimento de metodologia própria e adaptada aos objetivos traçados inicialmente, dividindo-se em três etapas básicas, descritas na sequência.

2.1 Etapas de desenvolvimento da pesquisa

2.1.1 Primeira etapa

Na etapa inicial, foi aplicada a técnica da pesquisa bibliográfica, tendo sido coletados, sistematizados e analisados dados e informações obtidos em livros, artigos, monografias, periódicos especializados, sites oficiais e demais fontes de estudo sobre os aspectos que envolvem a viabilidade da construção de um modelo experimental de coletor solar de baixo custo para fins didáticos.

2.1.2 Segunda etapa

Para a construção do modelo experimental de coletor solar de baixo custo, foi estabelecida uma parceria com uma instituição de educação básica, localizada na avenida Doutor Walter Gossner, número 31, bairro Igoturucaia, em Jundiaí-SP. Tal instituição é o colégio São Vicente de Paulo - unidade 2, que pertence à rede educacional dos Colégios

Vicentinos, com atuação em São Paulo-SP e Jundiaí-SP. Nessa parceria, a instituição de ensino em questão disponibilizou seu espaço para a instalação e análise da viabilidade do aquecedor solar de baixo custo, incluindo o desenvolvimento de atividade com fins pedagógicos.

O equipamento construído para essa pesquisa foi do tipo sistema passivo direto, no qual a água é aquecida diretamente por coletores solares, e sua circulação é realizada por termossifão, ou seja, a diferença de densidade devido à variação de temperatura entre os coletores e o reservatório provoca um gradiente de pressão que coloca o fluido em movimento (PENNEREIRO; FERREIRA; LEITE, 2010).

Vale ressaltar que o projeto foi adequado às necessidades do local de instalação, por se tratar de uma instituição de ensino. Dessa forma, a instalação do coletor solar de baixo custo no telhado de uma das acomodações físicas da instituição não permitiria a visualização do equipamento pelos alunos, fato que prejudicaria a compreensão do seu funcionamento.

Sendo assim, a fim de permitir que os alunos visualizassem o equipamento em funcionamento, possibilitando sua utilização para aulas expositivas de educação ambiental, foi priorizada a construção de um modelo experimental em proporções menores, que demonstrasse o funcionamento de um coletor solar de baixo custo em uma residência, permitindo, dessa forma, a realização de testes de eficiência e a utilização em aulas práticas.

Para a construção do aquecedor solar, foi utilizado como principal referencial o manual de manufatura e instalação experimental do Aquecedor Solar de Baixo Custo – ASBC, da Sociedade do Sol (2009), sendo feitas as adaptações necessárias para se obter um modelo experimental. Na Tabela 1, a seguir, consta a descrição dos materiais utilizados na construção desse modelo experimental.

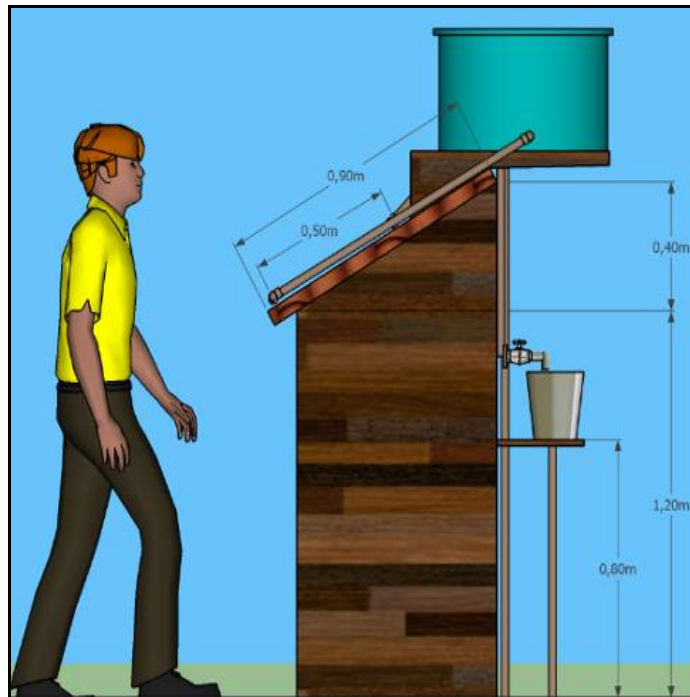
Tabela 1 – Relação dos materiais para a construção do modelo experimental

COMPONENTE	MEDIDA	QUANTIDADE	CUSTO (R\$)
Estrutura metálica	--	1	Doação
Forro de madeira pinus - retalhos	3000x100 mm	17	Doação
Tabeira de madeira de cedrinho	3000x100 mm	1	15,00
Lixa para madeira 220	--	1	Doação
Verniz Mogno	--	1	27,65
Pincel para verniz	--	1	Doação
Parafusos autobrocantes	--	60	Doação
Telha de metal ondulado	950x900 mm	1	Doação
Placas de policarbonato alveolar	700x350 mm	2	Doação
Selante branco	--	1	Doação
Bombona plástica	50L	1	Doação
Torneira boia	--	1	41,90
Fita veda rosca	--	1	5,90
Cola para tubos PVC	--	1	11,90
Adaptador flange	25mm	1	11,90
Tubo PVC	25mm	12m	18,00
Luva PVC 2	25mm	2	0,75
Joelho 90°	25mm	9	0,80
Tê	25mm	1	1,25
Cap	25mm	2	1,20
Adaptador	25x30mm	3	0,85
Luva 25x3/4	25x3/4	1	1,40
Registro esfera	25mm	2	17,99
Lavatório	--	1	21,90
Torneira	--	1	18,90
Tê azul 25mm	25mm	1	8,90
Sifão universal	--	1	6,60
Mangueira	--	10m	13,90
Abraçadeira	--	2	0,90
TOTAL			293,78

Fonte: Fernandes (2017).

Com relação à montagem do coletor solar, previamente foram calculadas as dimensões da estrutura, as placas e o reservatório, com a formulação de projeto em três dimensões por meio do programa *Sketchup*, conforme a Figura 1.

Figura 1 – Dimensões e proporção do modelo



Fonte: Fernandes (2016).

Após a definição do modelo experimental, iniciou-se a construção da estrutura, placas e sistema hidráulico, com auxílio de colaboradores do projeto, entre os dias 26 de dezembro de 2016 e 5 de janeiro de 2017.

Inicialmente, foi construída a estrutura metálica de sustentação, com tubos de 50mm por 50mm de aço 1020, e acrescida uma cinta de metal para sustentação da bombona de PVC. Posteriormente, a estrutura foi pintada, para se evitar o desgaste do metal (Figura 2). Em seguida foi dimensionada e instalada uma chapa de metal galvanizado ondulado como telhado, e foram cortados e instalados os forros de madeira pinus; por fim, a estrutura foi envernizada, sendo, então, finalizada a etapa de construção da base que simula parte de uma casa de madeira (Figura 3).

Figura 2 – Estrutura metálica



Fonte: Fernandes (2016).

Figura 3 – Modelo após ser envernizado



Fonte: Fernandes (2016).

Para servir de reservatório, foi utilizada bombona de PVC azul de 50 litros, que foi devidamente lavada e furada com serra copo de 32mm em sua parte superior, para a instalação de torneira boia, que abastece o sistema com água de forma contínua (Figura 4). Além disso, também foram instalados três flanges, sendo um para a saída de água fria, outro para a entrada de água quente do sistema e o terceiro para a saída de água quente para a torneira.

Figura 4 – Interior da bombona com sistema de torneira boia



Fonte: Fernandes (2016).

Em seguida, foram cortadas duas placas de policarbonato alveolar com 0,7cm por 0,35cm cada, dimensionadas conforme proporção indicada pela Sociedade do Sol (2009) para o aquecimento de 50 litros de água. As placas foram cuidadosamente colocadas em tubos de PVC de 25mm em que foram feitas fendas para o encaixe das placas. Em seguida, foram coladas com selante branco MS polímero 40 de uso profissional da marca *Würth*. Após secagem, foram inseridos os joelhos, caps e tubulações adjacentes (Figura 5).

Figura 5 – Placas alveolares de policarbonato após montagem do sistema de passagem de água



Fonte: Fernandes (2016).

As placas foram instaladas no telhado do modelo experimental, fato que possibilitou finalizar o sistema de encanamento para a bombona e demais sistemas, com saída na torneira instalada acima do lavatório plástico. Para melhor têmpera da água de saída do sistema, foram instalados dois registros lateralmente   torneira, um na saída de água aquecida do reservatório e outro interligado por meio de uma conexão t  de PVC na entrada de água no sistema. Para finalizar o modelo experimental, as placas de policarbonato foram pintadas de preto para maximizar o potencial de absorc o da radia o solar incidente nelas.

Por fim, o modelo experimental foi transportado para a institui o de ensino e instalado em local predefinido e estratégico, por ser de fácil acesso para os estudantes e com as placas coletoras posicionadas para o Norte, com o intuito de permanecerem expostas   radia o solar por maior período diário, conforme Figura 6.

Figura 6 – Vista do modelo experimental instalado



Fonte: Fernandes (2017).

2.1.3 Terceira etapa

Nessa última etapa, foi elaborada e realizada uma atividade didático-pedagógica, no dia 9 de maio de 2017, mediante a estruturação de um plano de aula que possibilitasse a interação dos discentes com o modelo do coletor solar de baixo custo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Vale ressaltar que a atividade didático-pedagógica desenvolvida no contexto da pesquisa envolveu crianças da educação infantil, com idades entre quatro e seis anos, que frequentam a instituição de ensino na qual o modelo foi instalado, com o intuito de compartilhar conhecimentos sobre o uso consciente e as formas alternativas de aquecimento de água, utilizando um modelo experimental de coletor solar de baixo custo. Nesse sentido, Rau (2011) destaca o fato de que é exatamente na faixa etária de quatro a seis anos que as crianças precisam vivenciar situações concretas para assimilar os conhecimentos.

A realização de atividades práticas no cotidiano escolar é de suma importância para quebrar a rotina, além de auxiliar na construção de conceitos e estimular a visão de interdisciplinaridade, em diferentes disciplinas do conhecimento, incluindo a educação ambiental. Essa última deve envolver um processo contínuo de aprendizagem, a fim de que o indivíduo seja capaz de representar em ações o conhecimento aprendido.

A atividade didático-pedagógica desenvolvida foi baseada num conjunto de conhecimentos que envolvem soluções simples para problemas ambientais, levando em consideração a faixa etária dos alunos e devidamente fundamentada nos princípios da experimentação, simulação, demonstração e sistematização das informações.

Primeiramente, cada grupo de alunos foi direcionado ao local em que foi instalado o modelo experimental, a fim de se instigar a curiosidade deles. Após a organização dos alunos em torno do modelo, eles foram questionados sobre os conhecimentos prévios sobre a água como um recurso natural e sua proveniência, tendo demonstrado conhecimentos superficiais sobre o tema; o orientador da atividade ofereceu exemplos rotineiros para ilustrar a questão, como a diferença entre água de rio e água do mar e o que é água potável, aproveitando o ensejo para questionar onde se encontra a água própria para consumo humano, temática sobre a qual os alunos demonstraram menor conhecimento.

Nesse momento, foi realizada uma dinâmica para demonstrar a proporção de água potável existente no planeta, na qual o orientador explicou que se toda a água da Terra, em escala muito reduzida, enchesse uma garrafa plástica de dois litros, a quantidade de água doce corresponderia a 200ml desse total. Em seguida, foi transferida uma parte da água da garrafa para um copo plástico de 200ml, reafirmando-se que ali estava contido o proporcional de água doce do planeta. Desses 200ml, foram transferidos 50ml para um segundo copo, representando proporcionalmente a água doce facilmente acessada. Por fim, foi retirado o suficiente para encher a tampa da garrafa plástica, representando a quantidade aproximada de água potável disponível para consumo humano. Nessa atividade, observou-se que os alunos com idade mais avançada tiveram maior entendimento e interação, enquanto os mais novos apresentaram momentos de desatenção. Na Figura 7, observam-se os alunos durante a atividade.

Figura 7 – Alunos durante a atividade pedagógica sobre a importância e usos da água



Fonte: Conceição (2017).

Prosseguindo, os discentes foram questionados sobre estratégias para se economizar água. Sobre este tema, as crianças demonstraram conhecimento mais amplo, mencionando como exemplos o ato de fechar a torneira para escovar os dentes e lavar as mãos e tomar banho sem morosidade.

Em seguida, os alunos foram questionados sobre como a água do chuveiro era esquentada, tema sobre o qual demonstraram desconhecimento, sendo explicado sucintamente sobre o aquecimento por meio de eletricidade. Com o ensejo, foram questionados sobre outras formas de esquentar a água, em que evidenciaram conhecimento com relação ao fogão a gás para tal finalidade.

Deve-se considerar que os estudantes chegam à escola com uma bagagem de conhecimentos adquiridos por meio de suas vivências com a família, amigos, vizinhos etc. Gehlen (2009) defende que devem ser considerados os conhecimentos prévios dos estudantes durante o desenvolvimento das atividades propostas, pois, dessa forma, esses alunos irão utilizar os conhecimentos que já possuem por meio de suas vivências pessoais para significar e compreender os fenômenos estudados na escola. No presente estudo, incorporar questões de conhecimento prévio e do cotidiano das crianças resultou na potencialização da interação delas com os questionamentos e na amplificação da necessidade de expor tais conhecimentos.

Durante a atividade, as crianças estavam ao ar livre e expostas à incidência da radiação solar, sendo então questionadas se estavam com calor e por que estariam com calor, e instintivamente elas disseram que era devido ao Sol. Aproveitando essa interação, foram

questionadas se o Sol não serviria para esquentar a água, sendo observada nas crianças certa imprecisão nas respostas. Em seguida, foi explicado que o Sol é uma fonte de energia e que pode esquentar a água. Nesse momento, foi questionado aos discentes se sabiam o que era a casinha de madeira (modelo experimental) que estava ao seu lado, e eles disseram que era para lavar as mãos. O orientador informou que assim como o Sol esquentava a pele e pode esquentar a água, aquela casinha tinha um sistema com placas que absorvia a energia solar e esquentava a água. Por fim, as crianças foram convidadas a lavar as mãos com água da torneira do modelo experimental e sentir a temperatura da água, momento em que demonstraram entusiasmo em poder interagir com o modelo experimental de aquecedor solar de baixo custo, conforme se observa na Figura 8.

Figura 8 – Alunos interagindo com modelo experimental de aquecedor solar de baixo custo



Fonte: Conceição (2017).

Foi perceptível que na realização da atividade ao ar livre com uso do modelo experimental, as crianças se mostraram atraídas, curiosas e estimuladas a participar da atividade. Piaget (1975) explica que o desenvolvimento cognitivo é um processo contínuo, que depende da ação do sujeito e de sua interação com os objetos, assim como Sanmarti (2002) e Szundy (2005) explicam que para que ocorra uma aprendizagem significativa, deve

ser oferecida aos alunos uma quantidade diversificada de tarefas e, para isso, fazer uso de técnicas e recursos diversificados.

Diante do exposto, a atividade proposta atendeu aos objetivos esperados, visto que a sua realização ao ar livre, incorporando conhecimentos prévios e cotidianos dos participantes e somada à utilização do modelo experimental, refletiu na interação dos alunos e na dinâmica da atividade.

Destaca-se que o maior ganho observado com a realização da atividade didático-pedagógica na instituição de ensino foi a conscientização dos estudantes em relação à problemática ambiental, em direção ao conhecimento dos temas relacionados ao coletor solar de baixo custo, dentre eles o consumo consciente de água e as fontes alternativas de energia. Nesse contexto, verificou-se que os estudantes demonstraram conhecimento prévio em relação ao uso e consumo consciente de recursos naturais, contribuindo para o alcance do objetivo da atividade proposta.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A existência do modelo experimental de coletor solar de baixo custo despertou nos ouvintes a curiosidade sobre o mesmo. As práticas pedagógicas desenvolvidas sob a ótica da educação ambiental, sobre os temas água e energia solar, fizeram com que os estudantes tivessem acesso a saberes científicos diversos, de forma lúdica e envolvendo a experimentação.

Os temas abordados na atividade pedagógica foram limitados pela faixa etária dos discentes, mas é possível expandir as considerações, entendendo-se que o modelo experimental proposto no presente estudo poderia ser utilizado para uma ampla gama de atividades pedagógicas, adequadas conforme faixa etária e níveis de conhecimento, abrindo-se a possibilidade de estudos específicos nos campos da Física, Geografia, Biologia, Astronomia e Educação ambiental.

5 REFERÊNCIAS

BARCELOS, Valdo Hermes de Lima; NOAL, Fernando Oliveira. *Temática Ambiental e a Educação: uma aproximação necessária*. In: NOAL, Fernando Oliveira; REIGOTA, Marcos; BARCELOS, Valdo Hermes de Lima. *Tendências da Educação Ambiental Brasileira*. 2. ed. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2000.

BARCELOS, Valdo Hermes de Lima. *Educação ambiental: sobre princípios, metodologias e atitudes*. Petrópolis: Vozes, 2008.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais*. Secretaria de Educação Fundamental – Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

DIAS, Genebaldo Freire. *Educação Ambiental: Princípios e Práticas*. São Paulo: Gaia, 2004.

GEHLEN, Simoni Tormöhlen. *A função do problema no processo ensino-aprendizagem de ciências: contribuições de Freire e Vygotsky*. 254 p. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2011/pedagogia/tprobvygotskyfreire.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017.

PALZ, Wolfgang. *Energia solar e fontes alternativas*. São Paulo: Hemus, 2002.

PENEREIRO, Júlio César; FERREIRA, Denise Helena Lombardo; LEITE, Maria Beatriz Ferreira. Aplicando modelos matemáticos para decidir a viabilidade da instalação de um aquecedor solar de baixo custo. *Educ. Matem. Pesqu.*, São Paulo, v. 12, n. 3, 2010. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/4645>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

PIAGET, Jean. *A construção da inteligência na criança*. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

PIMENTEL, Fernando. *O Fim da Era do Petróleo e a Mudança do Paradigma Energético Mundial: Perspectivas e Desafios para a Atuação Diplomática Brasileira*. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2011.

RAU, Maria Cristina Trois Dorneles. *A ludicidade na educação: uma atitude pedagógica*. Curitiba: Ibpx, 2011.

SANMARTI, Neus. *Didáctica de las ciencias em la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis Educacion, 2002.

SANTOS, Luana Magda Muniz dos. A importância de práticas de ensino criativas na educação ambiental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: UFSC, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/101.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

SOCIEDADE do Sol. *Manual de manufatura e instalação experimental do Aquecedor Solar de Baixo Custo – ASBC*. São Paulo, USP – IPEN, 2009. Disponível em: <<http://www.sociedadedosol.org.br/wp-content/uploads/2013/07/manual-do-asbc-maio2010-v3-0.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2016.

SZUNDY, Paula Tatianne Carréra Szundy. *A construção do conhecimento do jogo sobre o jogo: ensino e aprendizagem de LE e formação reflexiva*. 2005. Tese (Doutorado) – Pontifícia

Universidade Católica – PUC, 2005. Disponível em:

<<https://tede2.pucsp.br/handle/handle/13865>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

WEILLER, Luiz Artur; ANDRADE, Nylton Gomes; MOURA, Thiago Daniel; ALMEIDA, Teddy; CORREA, Rodrigo Izidoro; DICKMAN, Adriana Gomes. Construindo um coletor solar de baixo custo: uma oportunidade para ensinar física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007, São Luís. In: *Anais...* São Luís: UEMA, 2007. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_construindoumcoletorsola.trabalho.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017.