



Energia Solar Fotovoltaica: Um tema gerador para o aprendizado de Física.

Photovoltaic Solar Energy: A theme generator for learning Physics.

J.A. da Silva^{1*}; L.M. Gomes¹; J.G.S.L. Junior²; L. S. Leal²; M. L. das Chagas¹
L.M. Gomes Júnior¹

¹Faculdade de Física/Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, CEP 68507-590, Marabá – Pará, Brasil

²Faculdade de Física/Instituto de Ciências Exatas/Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, CEP 68507-590, Marabá – Pará, Brasil

*gidauto@unifesspa.edu.br

(Recebido em 19 de dezembro de 2016; aceito em 04 de janeiro de 2017)

Este trabalho apresenta uma proposta didático-metodológica para o ensino de Física no Ensino Médio. Foram feitos vários debates com os alunos a respeito do uso racional das fontes de energias renováveis e da preocupação com as mudanças climáticas que vem ocorrendo no planeta. Dentro deste enfoque, os alunos foram subsidiados com conceitos básicos da Física Moderna alinhados com atividades virtuais (simulações) e vídeos. No trabalho foi abordado sobre a energia solar e suas aplicações. Neste contexto foram ministrados os conteúdos de Física básica correlatos, como o efeito fotoelétrico. A proposta didático-metodológica foi aplicada em duas escolas de ensino médio da rede pública da cidade de Marabá, no estado do Pará. Foram feitas avaliações diagnósticas acerca do nível de compreensão do tema através da aplicação de questionários, e posteriormente, provas também foram realizadas. Os resultados obtidos se mostraram satisfatórios.

Palavras-chave: Energia solar, Experimentos virtuais, Ensino de física.

This work presented a didactic-methodological proposal for the teaching of Physics in High School. There have been several discussions with students about the rational use of renewable energy sources and concern for climate change that is occurring on the planet. Within this approach, students were subsidized with basic concepts of Modern Physics aligned with virtual activities (simulations) and videos. In the work was discussed about the solar energy and its applications. In this context the contents of basic Physics correlates were given, such as the photoelectric effect. The didactic-methodological proposal was applied in two high schools of the public network of the city of Marabá, in the state of Pará. Diagnostic evaluations were made about the level of comprehension of the subject through the application of questionnaires, and later, tests were also carried out. The results obtained were satisfactory.

Keywords: Solar power energy, Virtual experiments, Physics teaching.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente há uma preocupação da sociedade em relação às mudanças climáticas ocorridas pelo aumento do consumo e consequentemente pela produção de energia. Na presença desses aspectos das mudanças climáticas aliadas ao aumento populacional e ao crescimento da demanda de energia elétrica, urge a possibilidade de um eminente impacto ambiental. Desse modo, remete-se a sociedade e aos poderes públicos à responsabilidade em se utilizar de forma racional as diversas fontes de energias renováveis, com o intuito de propiciar o seu aproveitamento de modo satisfatório. Tais medidas tornariam essas atitudes como instrumentos efetivos de combate às mudanças climáticas decorrentes da elevação dos gases de efeito estufa na atmosfera,

principalmente do gás carbônico (CO₂), contribuindo, ainda, para o desenvolvimento social e econômico sustentáveis.

Nesse cenário de discussões sobre a questão ambiental, propõem-se aos profissionais envolvidos no processo educacional, professores, alunos e gestores, a necessidade da compreensão e implementação das inovações, estratégias tecnológicas e das práticas educacionais que resultem em ferramentas didático-pedagógicas eficazes ao aprendizado e que de modo geral, convergem a um entendimento quanto à importância das energias sustentáveis e sustentabilidade do planeta.

A respeito disso, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) preconizam que todas essas estratégias tecnológicas reforçam a necessidade de os jovens não se alienarem a situações fictícias, mas, enxergar as dimensões culturais, sociais e tecnológicas que estão em volta [1].

Acredita-se que, uma vez que professores e alunos utilizem estratégias adequadas que favoreçam o protagonismo científico, aflora-se um aprendizado mútuo e significativo. A exemplo, enumeram-se algumas pesquisas realizadas com uso de ferramentas tecnológicas que obtiveram êxitos em grandes áreas da ciência. Afirmam GOMES *et al* (2012) [2], que estas ferramentas impõem mudanças nos métodos de trabalho dos professores e no sistema educativo, e traz contribuições significativas para a prática educativa em qualquer nível de ensino. Analogamente, BISOGNIN (2014) [3], assegura que, com a evolução tecnológica atual, os recursos computacionais têm sido apontados como importantes auxiliares do ensino aprendizagem. Em outra perspectiva QUEIROZ (2014) [4], destaca que estes recursos contribuem para conscientização de alunos, professores e da sociedade sobre o uso das fontes de energias limpas e renováveis.

Em suma, os autores apontam uma direção positiva quanto à inserção e aplicação desses recursos computacionais no currículo pedagógico do ensino médio, enriquecendo assim a metodologia de ensino aprendizagem, principalmente quanto à compreensão de conceitos físicos mais complexos.

Diante disso, com o auxílio de recursos e de ferramentas computacionais permite-se ao aluno adquirir habilidades e competências para o entendimento dos fenômenos que estão a sua volta, tornando-o independente na exposição de suas opiniões, reflexões e conclusões sobre as intervenções didáticas necessárias em sala de aula.

A proposta desse trabalho é levar o aluno ao entendimento dos conceitos físicos por intermédio do uso de simuladores e da apresentação de vídeos com animações. Além disso, torna-se imprescindível a fundamentação das teorias de aprendizagem como aporte teórico pedagógico para validação da proposta. Desse modo, com os conceitos necessários a compreensão sobre o tema, alinhados com as atividades experimentais e com as teorias de aprendizagem, espera-se que a proposta didático-metodológica seja eficaz e que os resultados de aprendizagem sejam satisfatórios.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Ferramentas Tecnológicas

A utilização de ferramentas tecnológicas no cenário atual da educação tem crescido cada vez mais, estudos demonstram que a utilização dessas ferramentas é a principal aliada do professor na prática educativa na sala de aula, auxilia e dinamiza as aulas com mais clareza na apresentação dos conteúdos mais complexos de física moderna e contemporânea, e entre outros, contribui para o desenvolvimento curricular, e facilita o ensino aprendizagem de física. Segundo HECKLER *et al* (2007) [5], as animações e simulações são consideradas por muitos, a solução dos vários problemas que os docentes de física enfrentam em sala de aula ao tentar expor conteúdos complexos.

Além disso, auxiliam o estímulo mental e racional da criança e do adolescente, fatores estes, indispensáveis para reestruturação cognitiva do aprendiz, concretizando assim, o processo de aprendizagem significativa.

A seguir, apresenta-se um breve comentário sobre as teorias de Jean Piaget e David Ausubel que embasam a proposta didático-metodológica apresentada neste trabalho.

2.2 A Teoria de Jean Piaget

Bastante divulgada e disseminada em todo o mundo, a teoria de Piaget afirma que a evolução da criança e do adolescente está vinculada no processo de construção contínua de sucessões de fases da vida que ajustam os pensamentos formais.

Mais especificamente, a cada estágio o indivíduo constrói linha de pensamento, porém estas linhas vão evoluindo à medida que o indivíduo se desenvolve, necessariamente chegando ao pensamento formal, onde o adolescente será capaz de raciocinar com hipóteses verbais e não apenas com objetos concretos, isto é, estabelecendo assim seu aprendizado a cada estágio conclui MOREIRA (1999) [6].

De acordo com a teoria de Piaget, só há aprendizagem quando houver reestruturação da mente, isto é, uma reestruturação da estrutura cognitiva do aprendiz que resulta em novos esquemas de assimilação afirma [6]. Assim, no escopo do trabalho, para investigar as contribuições das ferramentas didáticas no ensino de energia solar e uma possível aprendizagem, buscou-se ativar o mecanismo de aprender do aprendiz e sua capacidade de reestruturar-se mentalmente buscando um novo equilíbrio cognitivo, desta forma, explanando tais conteúdos de física compatíveis ao nível de desenvolvimento mental do aprendiz a proposta didático-metodológica será eficaz.

2.3 A Teoria de Ausubel

Conhecida também pela Teoria da Aprendizagem Significativa, é uma teoria cognitivista que procura explicar a interação seletiva dos mecanismos internos impostos à mente para estruturação do novo conhecimento ao longo do tempo segundo PRASS (2012) [7].

De acordo com AUSUBEL (2003) [8], a aprendizagem significativa ocorre quando envolve uma interação entre o novo material de aprendizagem que se ancora em outras ideias relevantes, claras preexistentes na estrutura cognitiva, dando origem a ideias verdadeiras e estáveis.

Desse modo, nessa teoria a investigação sobre os conhecimentos prévios preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz é imprescindível na prática em sala, além do que a apresentação dos conceitos através de situações que realmente façam sentido para o aluno e posteriormente aprendizado significado é um processo de construção cognitiva que o próprio Ausubel denominou de organizadores prévios, ou seja, tais organizadores funcionam como um espécie de ponte cognitiva que favorece a compreensão desses conceitos associados a estrutura cognitiva do indivíduo.

Nesse artigo, além de colaborar quanto à conscientização sobre o uso racional das fontes de energias renováveis dada sua importância no cenário mundial, entende-se que subsidiando os alunos com conceitos elementares da área de Física Moderna alinhados as atividades experimentais, espera-se que a aprendizagem de fato seja significativa.

2.4 A Energia Solar Fotovoltaica

O Sol é a fonte mais promissora e intensa, responsável por promover o desenvolvimento humano, e a produção indireta de diversas formas de energia. Além disso, a radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica ou fotovoltaica. Deste modo, a energia proveniente do sol pode ser convertida diretamente em energia elétrica através de captação de fótons por células fotovoltaicas cita a ANEEL (2002) [9].

A energia solar fotovoltaica é a tecnologia que gera energia elétrica em corrente contínua a partir de semicondutores quando estes são iluminados por fótons presentes na radiação solar. Enquanto que, a luz incide na célula solar, há conversão de energia. Essa conversão foi verificada em 1839 por Edmond Becquerel que constatou uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor quando exposto a luz, mas, até então, não havia uma explicação plausível para esse efeito. No início do século XX, Albert Einstein desenvolveu uma

teoria que criou a base teórica do efeito fotoelétrico. Segundo esta teoria, os elétrons liberados, quando da incidência da luz, são atraídos para um polo positivamente carregado, criando uma corrente fotovoltaica.

Sendo assim, com a descoberta do efeito fotovoltaico, a utilização de fotocélulas foi decisiva para os programas espaciais e para o crescimento das tecnologias fotovoltaicas, aprimorando-se o processo de fabricação, e a eficiência das células, conseqüentemente, com a ampliação do mercado. Com várias empresas voltadas para produção, o preço tem-se reduzido ao longo dos anos. Isso favoreceu a construção de sistemas fotovoltaicos conectados à rede ou isolados, para desenvolvimento de energia elétrica, com perspectivas de reduzir impactos ambientais e minimizar emissões de gases poluentes no planeta. Assim, ao decorrer da evolução produtiva as células diminuíram o seu custo, mas, ainda é alto quando comparado a fontes convencionais segundo CRESESB (2014) [10].

As células fotovoltaicas, as menores unidades de produção de energia, são formadas por um material semicondutor, predominantemente formado por silício, que constitui o segundo elemento químico mais abundante na crosta terrestre (o primeiro é o oxigênio) e tem sido explorado sob as formas Cristalino, Policristalino e Amorfo como afirma CEMIG (2012) [11].

Na Figura 1 verifica-se um sistema fotovoltaico para a produção de energia elétrica; a matriz de painéis solares, é composta por um conjunto de painéis solares, conectados em série e em paralelo. Quanto maior for a matriz, maior é a capacidade de produção de energia elétrica. O Painel Fotovoltaico capta a luz do Sol e a converte em energia elétrica (corrente contínua).

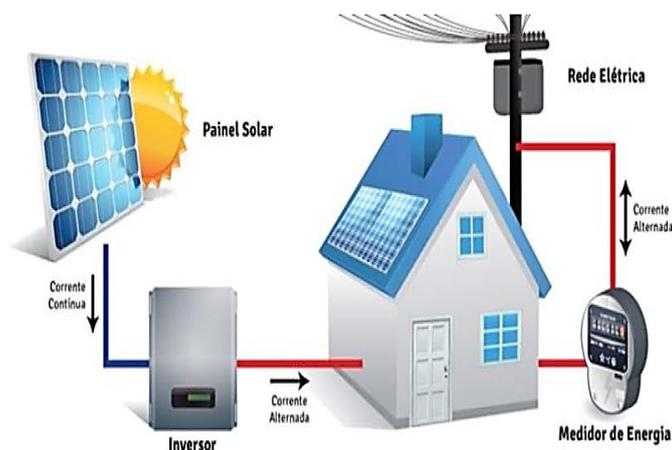


Figura 01: Sistema fotovoltaico conectado à rede. [12]

Ter o sistema conectado à rede é importante para que o proprietário possa diminuir os custos da eletricidade, uma vez que o excesso poderá ser vendido a distribuidora local de energia. Esse crédito servirá para o consumidor diminuir sua conta mensal de energia.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O público alvo da pesquisa foram 17 turmas (407 alunos) de terceira série do Ensino Médio e as instituições escolhidas foram às escolas da rede pública estadual de ensino da cidade de Marabá, Pará, escola Dr. Gaspar Vianna e a escola Plínio Pinheiro. As turmas de 3ª séries das escolas foram divididas em dois grupos: o grupo A (13 turmas) e o grupo B (4 turmas), sendo que nas turmas do grupo A foram ministradas aulas sobre os conceitos de Física Moderna relacionados ao tema da energia solar e realizadas as simulações computacionais com o software gratuito Phet e a apresentação dos vídeos. Contudo, nas turmas do grupo B (turma piloto), foram ministradas apenas aulas dos conteúdos baseados no tema proposto e o referido tema.

Antes das aulas, foi aplicado um questionário com questões de múltipla escolha, com intuito de verificar o nível de compreensão dos alunos sobre o tema proposto. As aulas expositivas e os experimentos virtuais enfatizaram o efeito fotoelétrico com o efeito fotovoltaico nas células.

Assim, foram feitas analogias com os fótons da radiação solar incidentes sobre os painéis fotovoltaicos para geração direta de eletricidade e a apresentação de vídeos simulando a dopagem e construção das células de silício, bem como o funcionamento de pequenas centrais geradoras solares, residenciais e industriais. A Figura 2 mostra os alunos em sala de aula com uma atividade sobre o efeito fotoelétrico.



Figura 2: Participação dos alunos nas simulações em Phet. Fonte: Os autores.

Alguns dos objetivos trabalhados no efeito fotoelétrico foram:

- Destacar o papel de cada variável com o uso do simulador;
- Mostrar a relação da intensidade luminosa e os fotoelétrons;
- Analisar a dependência da energia cinética com a frequência;
- Analisar graficamente a dependência das variáveis, corrente, intensidade, energia e frequência;
- Analisar o fenômeno do efeito fotoelétrico.

A Figura 3 é uma tela representativa do Phet de uma simulação de um aparelho usado por Lenard para investigações do efeito fotoelétrico. Este experimento virtual é composto de duas placas metálicas em seu interior submetidas a uma diferença de potencial e mantidas em vácuo no interior de uma ampola de vidro. Este experimento foi essencial para os alunos compreenderem de forma definitiva o famoso efeito fotoelétrico.

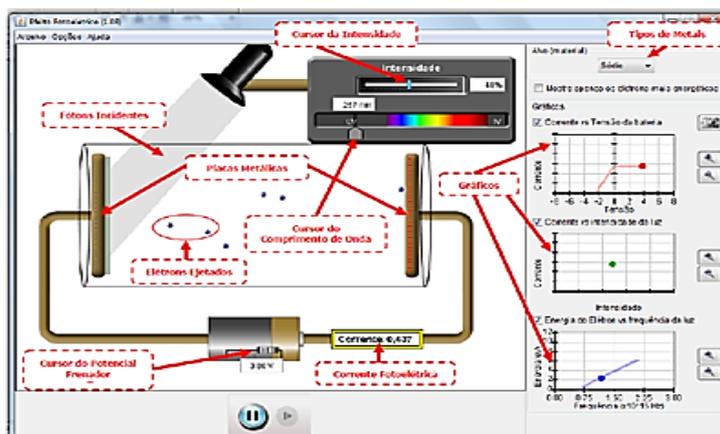


Figura 3: Tela do software Phet mostrando o efeito fotoelétrico [13].

Visando melhorar a aprendizagem dos alunos sobre o tema energia solar foi também apresentado a eles vários vídeos, onde foram trabalhados os objetivos a seguir.

- Mostrar como acontece a dopagem com o elemento silício;

- Mostrar os painéis fotovoltaicos;
- Mostrar aplicações de sistemas fotovoltaicos isolados e conectados à rede;
- Ensinar como é gerada diretamente a energia elétrica por radiações solares;
- Analisar o fenômeno efeito fotoelétrico na célula fotovoltaica;
- Mostrar pequenas centrais geradoras solares;
- Mostrar os aspectos positivos da energia solar no meio ambiente;

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 O Questionário

Quando perguntado aos alunos se “ Você sabe o que são energias renováveis?”, 43,24% responderam que não sabem com clareza o significado de energias renováveis. Em resposta a pergunta “Quais as fontes que não são energias renováveis?” ficou claro que os alunos desconhecem o tema, pois a maioria (79,90%) responderam que não sabiam. Daqueles que responderam outras alternativas, apenas 0,25% acertou a questão.

Referente a pergunta “ Qual a fonte de energia renovável mais usada em nosso país?”, 48,40% não sabem que é a energia hidroelétrica. Atualmente, 90% da energia elétrica consumida no país advém de usinas hidrelétricas. Com relação à afirmação “Considera que o impacto do uso de fontes de energia renovável na alteração global do clima é:” Figura 4 verifica-se que 33,91% marcaram a opção positivo. Isso significa que a maioria dos alunos veem as energias renováveis como fontes que agredem o meio ambiente. 10,81% afirmam que os impactos são negativos, e 27,76% não sabem a importância que as energias renováveis têm no desenvolvimento sustentável.

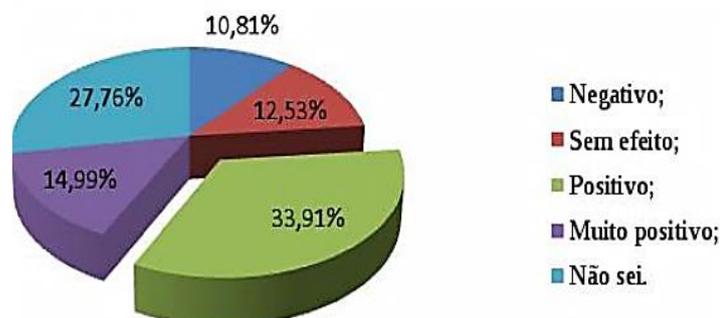


Figura 4 - Resultado referente à pergunta sobre o impacto do uso de fontes de energia renovável na alteração global do clima. Fonte: Os autores.

4.2 A Avaliação

A Figura 5 apresenta um gráfico do desempenho dos alunos dos grupos A e B na avaliação realizada.

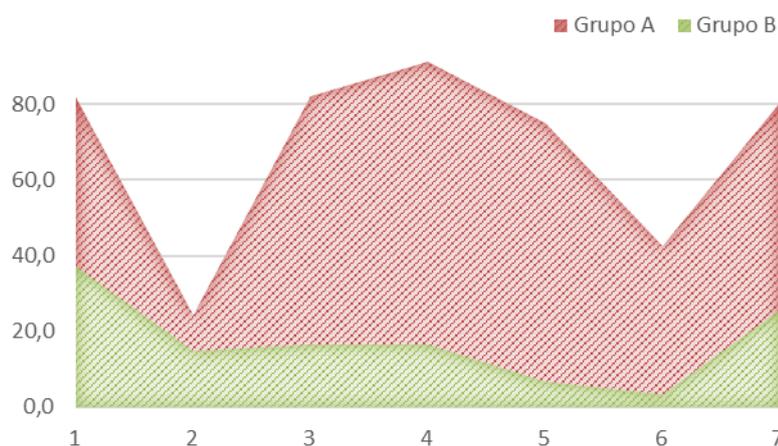


Figura 5: Desempenho dos alunos dos grupos A e B na avaliação realizada. Fonte: Os autores.

Na primeira questão conceitual sobre o efeito fotoelétrico, o grupo A obteve 81,9% de acertos. Por outro lado, o grupo B acertou 37,19%. Já na segunda, os alunos tiveram dificuldades com a manipulação matemática envolvida na questão. Os acertos foram de 24,89% e 14,88% para os grupos A e B, respectivamente.

Na terceira questão, que envolvia conhecimento sobre as mudanças climáticas os percentuais foram de 82,08% e 16,53%. Na quarta questão, quando perguntados sobre as vantagens da energia eólica no meio ambiente, e se havia desvantagens ou não de sua produção de forma maciça no Brasil e no mundo, o grupo A obteve um percentual de acertos de 91,32%. Já o grupo B apresentou o pior resultado de 16,53%. Nas questões envolvendo conceitos e cálculos matemáticos sobre o efeito fotoelétrico (5 e 6), o grupo A acertou 75,09% e o grupo B 6,61% na quinta e 42,64% e 3,31% na sexta questão, respectivamente. E por fim, na questão 7, sobre o efeito fotoelétrico nos painéis de pequenas centrais solares, os grupos A e B acertaram 80,38% e 25,62%, respectivamente, afirmando que a energia cinética média dos fotoelétrons depende da frequência.

Diante desse cenário, percebe-se que a experiência didática aplicada aos alunos apresentou resultados bastante significativos que certamente facilitam a aprendizagem dos conceitos de Física trabalhados.

5. CONCLUSÃO

Na pesquisa, observou-se que o uso de metodologias que privilegiem a experimentação, seja real ou virtual, e temas atuais, são imprescindíveis ao processo de aprendizagem e complementam o aprendizado dos alunos do tema proposto. Facilitam a compreensão das ideias expostas melhorando a eficiência dos discentes e tornando a aprendizagem lúdica e significativa.

Verificou-se que a metodologia de ensino aplicada influenciou fortemente a relação professor-aluno. Há um consenso nos diversos trabalhos publicados disponíveis na Literatura, que para que o ensino de fato se consuma aluno e professor devem compartilhar significados. Isso foi verificado extensivamente neste trabalho.

O uso dos recursos didáticos propiciam e facilitam a aprendizagem. Para que isso ocorra é necessária a “medição” do aprendizado pelo docente. É imprescindível também que estes recursos sejam explorados de modo conjunto com a fundamentação teórica. Também é necessária cautela, para que a metodologia não se torne apenas um tutorial a ser seguido, mas uma prática de intervenção didática complementar no ensino de física, e que professores e alunos sejam mediadores do desenvolvimento cognitivo com auxílio destas ferramentas.

Finalmente, verificou-se que os resultados foram bastante satisfatórios, de modo que os autores recomendam fortemente a utilização desta proposta didático-metodológica.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. PCN. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC; 2002.
2. Gomes VC. O uso de simulações computacionais do efeito fotoelétrico no ensino médio [Dissertação]. Campina Grande: Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba; 2011.
3. Bisognin V. O uso de simulações e animações computacionais no estudo de conservação de energia mecânica [Dissertação]. Santa Maria: Centro Universitário Franciscano; 2014.
4. Queiroz LLG. Sistemas Fotovoltaico Aplicado ao Centro de Ensino Médio 417 do DF – Um estudo de Caso. Brasília, DF, 2014. 88 p. il.; 30 cm.
5. Heckler V, Saraiva MOF, Oliveira Filho, KS. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. Revista Brasileira de Ensino de Física 2007 Dez. ;29(2):267-273, doi: 10.1590/S0102-47442007000200011
6. Moreira MA. Teorias de Aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999. 195 p.
7. Prass AR. Teorias de Aprendizagem [Monografia] [S.l.]: [s.n.]; 2012
8. Ausubel DP. Aquisição e retenção de conhecimentos. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução do original *The acquisition and retention of knowledge*; 2003.
9. ANEEL. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. Brasília: ANEEL; 2002.
10. CRESESB. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Grupo de Trabalho de Energia Solar [GTES]. Rio de Janeiro; 2014.
11. CEMIG. Alternativas Energéticas: uma visão. Belo Horizonte; 2012.
12. Real Solar. Energia renovável do Brasil. Disponível em: <<http://www.real-watt.com.br/como-funciona.php>>. Acesso em: 18 de nov. 2016.
13. Phet. Interactive Simulations. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/> Acesso em: 18 de nov. 2016.