

## CAPÍTULO 2

### REVISÃO DA LITERATURA

#### 2.1 INTRODUÇÃO

Nesse capítulo é apresentada uma revisão sobre conceitos básicos da energia solar bem como explanação sobre o efeito fotoelétrico. São discutidos alguns dos fenômenos envolvidos nas fotocélulas. Posteriormente, ainda no capítulo, são apresentadas teorias de aprendizagem, de Piaget, da mediação, de Vygotsky e a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel visando a fundamentação da metodologia existente no trabalho.

#### 2.2 ENERGIA SOLAR

O sol é a fonte mais promissora e intensa para a terra, responsável por promover a manutenção e o desenvolvimento humano no planeta, isto é, possibilita a geração de quase todas as outras formas de energia, por exemplo, as hidráulicas geradas com a evaporação, ciclo das águas, biomassas é pela fotossíntese gerada pela matéria orgânica, eólicas é gerada pela circulação atmosférica em larga escala causada pela radiação solar e combustíveis fósseis a partir de resíduo de plantas e animais que originalmente obtiveram do recurso solar (ANEEL, 2002, p.05; CEMIG, 2012, p.97).

A captação de energia luminosa proveniente da radiação solar denomina-se de Energia Solar. Após esta captação essa energia é transformada através de vários processos de aproveitamento em outras formas de energia e destinada ao consumo humano. Atualmente os processos mais usados utilizados são o aquecimento de água e a geração fotovoltaica de energia elétrica. No Brasil, o primeiro processo é mais aplicado nas regiões Sul e Sudeste, devido a características climáticas, temperaturas mais baixas em média, e o segundo processo de transformação, nas regiões Norte e Nordeste, em comunidades isoladas, ou seja, sem acesso a rede de energia elétrica (ANEEL, 2002, p.05).

Atualmente, a energia solar é o recurso energético mais abundante e promissor em nova geração de energias limpas e renováveis, sua incorporação possibilitará um acréscimo substancial na matriz energética brasileira. No entanto, de acordo com a Neosolar<sup>1</sup> o mercado de energia solar vem se expandindo e se consolidando no Brasil e no mundo com um crescimento recorde em 2015 e tem perspectiva de crescer 300% este ano. E SEKIGUCHI, (2013, p.08), afirma ainda que, a energia solar apresenta um crescimento considerável em sua participação na matriz elétrica brasileira, com isso pesquisas internacional apontam esse crescimento aproximadamente 50% em 2050 e, o consumo será de 25% suprido pela energia solar fotovoltaica.

### **2.2.1 Radiação solar**

Atualmente, a captação da radiação solar<sup>2</sup> é um processo que envolve sérias preocupações com relação às mudanças climáticas ocorridos no planeta por elevado aquecimento, assim, contribuindo para o crescimento do efeito estufa, mas, contribui diretamente para recursos alternativos que diminuem os efeitos que prejudicam o planeta, por exemplo, as energias renováveis.

Essa radiação solar constitui-se numa inesgotável fonte energética e, estabelece um enorme potencial de sua utilização por meio de sistemas de captação e conversão em outra forma de energia. Além disso, a radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica ou fotovoltaica. Deste modo, pode ser convertida diretamente em energia elétrica através de captação de fótons por células fotovoltaicas (ANEEL, 2002, p.05; CRESESB, 2014, p.50).

Segundo a (ANEEL, 2002, p.06), a disponibilidade de radiação solar que chega a superfície da terra dependente da latitude, local e da posição do tempo (hora do dia e dia do ano), isto é, para aumentar esse aproveitamento, pode-se ajustar a posição do coletor solar de acordo a latitude e o período do ano em que requer mais energia, ao contrário, aos sombreamentos que são obstáculos, podem diminuir a captação de energia. Verifica-se na figura (2.1), que no hemisfério Sul, por

---

<sup>1</sup>Disponível em: < <http://www.canalbioenergia.com.br/neosolar-energia-abre-nova-sede-dedicada-a-capacitacao-em-energia-solar/>> Acesso em: 13 de fevereiro de 2016.

<sup>2</sup>O termo “radiação solar” é usado de forma genérica e pode ser referenciado em termos de fluxo de potência, quando é especificamente denominada de irradiância solar, ou em termos de energia por unidade de área, denominado, então, de irradiação solar. CRESESB (2014, p.70).

exemplo, um sistema de captação solar fixo deve ser orientado para o norte, com ângulo de inclinação similar ao da latitude local. O Sol apresenta trajetórias, que se deslocam ao longo do ano e determinam a orientação e a inclinação da superfície coletora assim apontada na figura (1).

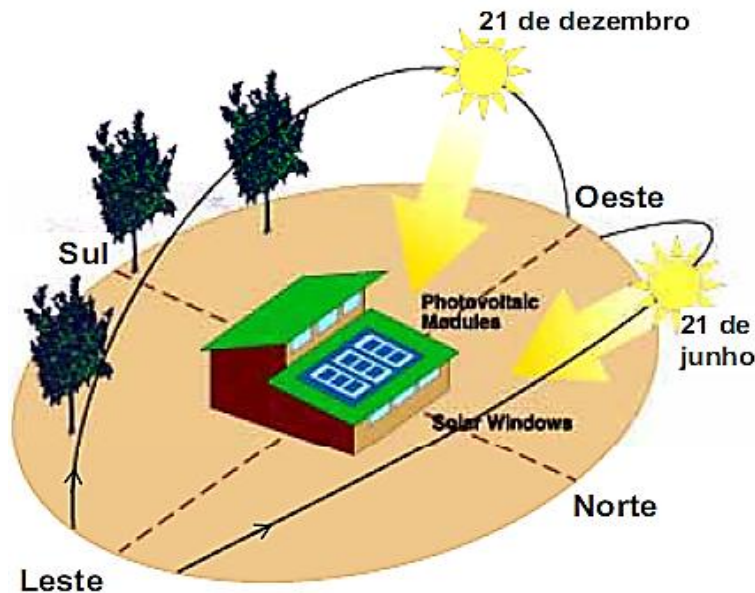


Figura 1 - Orientação Cardinal de Incidência Solar Fonte: <http://www.pittsburghpermaculture.org/>

A radiação solar ao incidir sobre a superfície atmosférica, as nuvens, os gases, partículas atmosféricas e a superfície refletem cerca de 30% da radiação incidente e os 70% restantes são absorvidos produzindo aquecimento do sistema. (ABES, 2006, p.14). Diante da emissão de luz, o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica de Sérgio de Salvo Brito aponta que,

[...] quando a luz atravessa a atmosfera, parte é absorvida por gases com bandas de absorção específicas. O ozônio ( $O_3$ ), por exemplo, absorve numa banda na faixa do ultravioleta em comprimento de onda inferior a 300nm. O vapor d'água ( $H_2O$ ) e o dióxido de carbono e ( $CO_2$ ), absorvem em várias bandas na faixa do IR (Infravermelho) em comprimentos superiores a 1000nm (por isso o  $CO_2$  é um gás que causa o "efeito estufa") (CRESESB, 2014, p.79).

Portanto, as radiações solares penetram a atmosfera e atinge a superfície da terra, parte dessa radiação é absorvida por meio da reflexão por determinados gases e se transformam em radiação infravermelha (calor), consequentemente essa parcela não consegue retornar para o espaço por apresentar baixa frequência e alto

comprimento de onda, isso significa que o planeta perde pouco calor para o espaço por irradiação e fica mais aquecido, fenômeno denominado efeito estufa.

### 2.2.2 Energia solar fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica (PV, do inglês *photovoltaics*) 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. Início do século XX, Albert Einstein desenvolveu uma teoria que criou a base teórica do efeito fotoelétrico. Os elétrons liberados, quando da incidência da luz, são atraídos para um polo positivamente carregado, criando uma corrente fotovoltaica. Afirma a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG, 2012, p.109).

Na figura (2) apresenta-se a ilustração de uma célula de silício já dopada com o fósforo e o boro, formam-se um semicondutor tipo N e tipo P, respectivamente. Quando essas camadas de materiais são postas em contato geram uma (junção PN), isto é, elétrons livres do lado N passam para o lado P onde encontram os buracos que os capturam, tornando-se a célula ionizada. Ao iluminar uma junção PN, ocorrerá a geração de pares elétron-lacuna. Se isso acontecer na região onde o campo elétrico é diferente de zero, as cargas serão aceleradas, gerando, assim, uma corrente contínua (DC) através da junção; esse deslocamento de cargas dá origem a uma diferença de potencial à qual chamamos de *Efeito Fotovoltaico* e que flui para um circuito externo (CEMIG, 2012, p. 110-111).

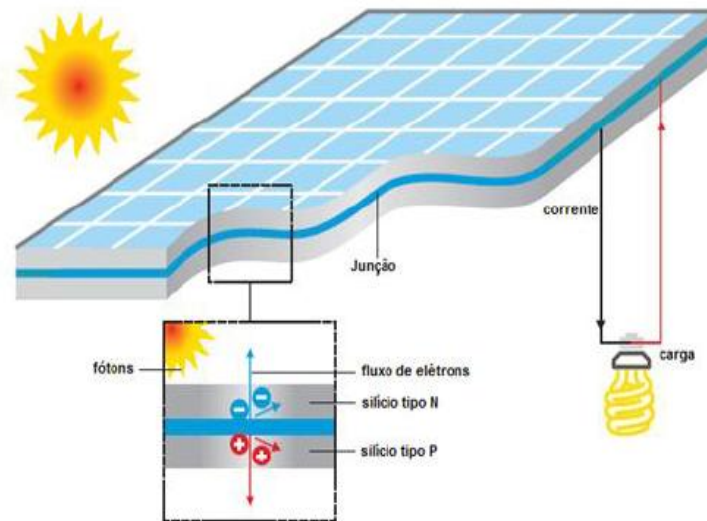


Figura 2 - Estrutura básica de uma célula fotovoltaica de silício

Fonte: International Energy Agency IEA, 2011

Sendo assim, com a descoberta do efeito fotovoltaico, no mesmo ano 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 e varias empresas voltadas para produção, o preço tem reduzido ao longo dos anos que 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 diminuiram o seu custo, mas, ainda é alto quando comparado a fontes convencionais (CRESESB, 2006, p.12).

### 2.2.2.1 Tipos de Células fotovoltaicas

Nesse tópico, verificam-se os tipos de células fotovoltaicas mais comuns de produção de energia. As células são formadas por um material semiconductor, tipicamente o silício (Si) tem um elétron a mais ou a menos de valência visam alterar a condutividade do material base, e tem sido explorado sob diversas formas: cristalino, policristalino e amorfo (CRESESB, 2014; CEMIG, 2012).

A figura (3) apresenta as células monocristalinas como a mais antiga e sua produção são complexas e caras, apresentam uma alta eficiência. O seu rendimento elétrico é relativamente elevado (aproximadamente 16%, podendo subir até cerca de 23% em laboratório). Mas, é necessária uma grande quantidade de

energia na sua produção, devido à exigência de utilizar materiais em estado muito puro e com uma estrutura de cristal perfeita. Já na figura (4) verifica um painel de células poli cristalinas, onde essas têm um custo inferior por necessitarem de menos energia em sua fabricação, mas apresentam um rendimento elétrico inferior às monocristalinas (entre 11% e 13%, obtendo-se até 18% em laboratório). Esta redução de rendimento é causada pela imperfeição do cristal, devido ao sistema de fabricação. Porém, a figura (5) apresenta um painel de células de silício amorfo, onde apresentam o custo mais reduzido, mas em contrapartida o seu rendimento elétrico é também o mais reduzido em relação às células cristalinas (aproximadamente 8% a 10%, ou 13% em laboratório). As células de silício amorfo são películas muito finas, o que permite serem utilizadas como material de construção, tirando ainda o proveito energético<sup>3</sup>

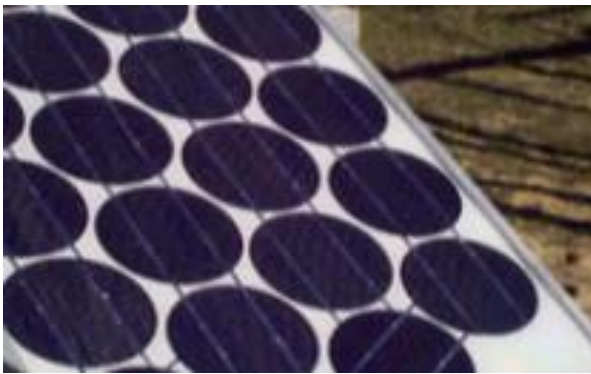


Figura 3 - Painel de Células monocristalinas Fonte: <<https://goo.gl/JThSXs>>

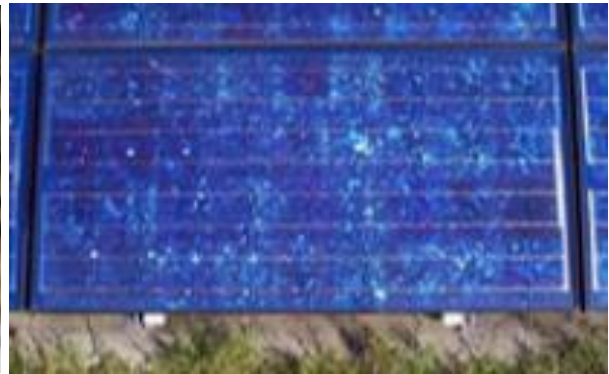


Figura 4 - Painel de célula policristalinas Fonte: <<https://goo.gl/JThSXs>>



Figura 3 - Painel solar a-Si Fonte: <<https://goo.gl/JThSXs>>

<sup>3</sup> Disponível em: <<http://www.portal-energia.com/principais-tipos-de-celulas-fotovoltaicas-constituintes-de-paineis-solares/>>. Acesso em 13 de fevereiro de 2016.

### 2.2.2.2 Aplicações de sistemas fotovoltaicos

No presente tópico, verificam-se alguns exemplos de sistemas formadores de energia elétrica por meio da incidência da radiação solar sobre painéis fotovoltaicos. Os sistemas fotovoltaicos estão classificados em duas categorias principais: conectados à rede e isolados. Em ambos os casos, podem operar a partir apenas da fonte fotovoltaica ou combinados com uma ou mais fontes de energia, quando são chamados de híbridos. A utilização de cada uma dessas opções depende da aplicação e/ou da disponibilidade dos recursos energéticos. [...] (CRESESB, 2014, p.255).

- Sistema fotovoltaico conectado à rede

De acordo com CRESESB (2014, p.257) sistemas conectados à rede são aqueles em que a potência produzida pelo gerador fotovoltaico é entregue diretamente à rede elétrica. Dessa forma, é indispensável que se utiliza um inversor para transformar a energia contínua em alternada, satisfazendo assim, a qualidade e segurança da transformação, para que não degrade a qualidade do sistema elétrico ao qual se interliga o gerador fotovoltaico. Os (SFCR) foi disposta pela Aneel, através da Resolução 482 de abril de 2012, que estabeleceu condições preliminares as condições gerais de distribuição de energia elétrica.

Na figura (6) verifica-se um sistema fotovoltaico com aspectos que auxiliam na 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).

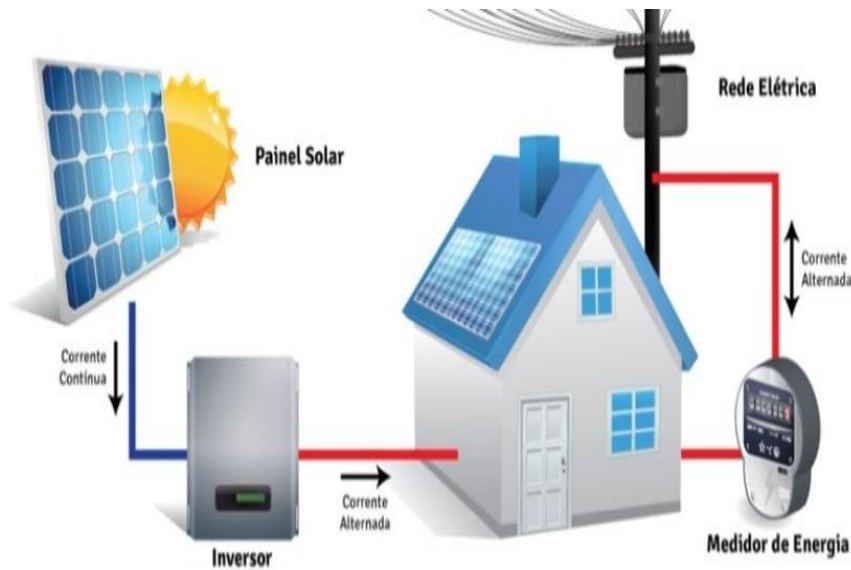


Figura 4 - Sistema fotovoltaico conectado à rede.  
 Fonte: <<http://www.real-watt.com.br/>>

Na figura (7) verifica-se a implementação de um sistema residencial conectado à rede que é extremamente importante para o proprietário do imóvel diminuir o custo de eletricidade durante o mês ou ano, dependendo de sua geração e consumo. Entretanto, após a injeção na rede, a distribuidora de energia elétrica faz um balanço em kWh do excedente de energia produzida em relação ao consumo, esse crédito servirá para o consumidor diminuir sua conta de energia. Mas, para que esse resultado seja satisfatório precisa-se verificar a área para receber os painéis e a posição geográfica do coletor para melhor captação de irradiação solar<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/sistema-fotovoltaico-como-funciona.html>>. Acesso em 18 de fevereiro de 2016.





Figura 5 - Sistema fotovoltaico residencial

Fonte: <<http://www.portalsolar.com.br/>>

- Sistemas fotovoltaicos isolados

Os Sistemas Isolados podem ser individuais ou em minirredes, são utilizados em locais remotos ou onde o custo de se conectar à rede elétrica é elevado. São utilizados em casas de campo, refúgios, iluminação, telecomunicações, bombeio de água, etc., no entanto, esses sistemas foram regulamentados inicialmente pela resolução Aneel N° 83/2004, a qual teve um papel importante na inserção dos sistemas fotovoltaicos na eletrificação rural no país. Devido a demanda por atendimento de minirredes isoladas, coube a Aneel publicar em junho de 2012 a resolução Aneel N° 493/2012 (ANEEL, 2012), que substituiu a anterior e estabelece os procedimentos e as condições de fornecimento por meio de Microsistema Isolado de Geração Distribuição de Energia Elétrica (MIGDI) (CRESESB, 2014, p.257-258).

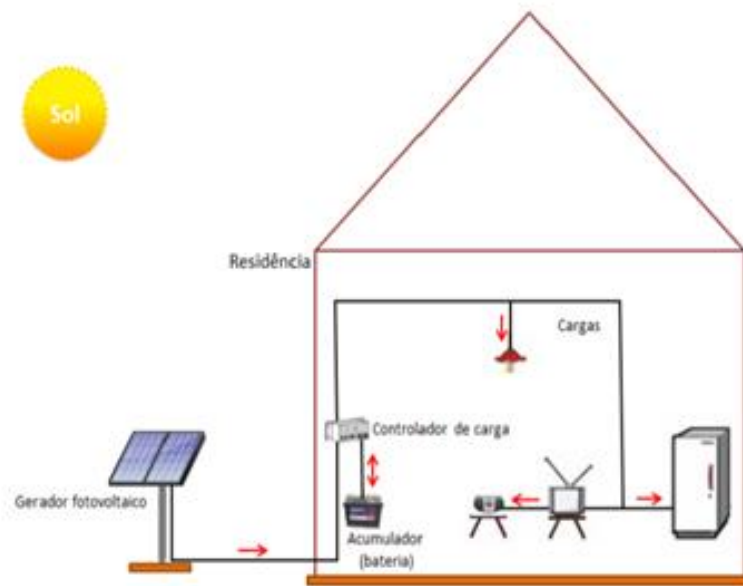


Figura 6 - Diagrama simplificado de um sistema fotovoltaico Fonte: (CRESESB, 2014, p.259)

Na figura (8) destaca-se um circuito de um Sistema fotovoltaico Domiciliar (SFD) que auxilia na construção de possíveis captações de energia elétrica em locais isolados sem acesso a rede elétrica e, na figura (9) apresenta um diagrama da aplicação desse dispositivo fotovoltaico, a exemplo uma residência isolada sem suporte algum com a rede elétrica.



Figura 7 - Sistema Fotovoltaico Domiciliar no município Xapuri, no Acre. Fonte: (Eletrobras, 2010)

### 2.2.3 O efeito Fotoelétrico

O fenômeno efeito fotoelétrico foi constatado experimentalmente no final do século XIX pelos físicos, Alexander Stoletov e o Heinrich Hertz, a primeira observação relacionada com esse fenômeno foi feita pelo físico russo Alexander Stoletov, em 1872. Ele detectou o surgimento de uma corrente elétrica na bateria quando uma das placas do interior de um pequeno frasco foi atingida pela luz de uma lâmpada de mercúrio, observou também que essa corrente cessava quando a placa deixava de ser iluminada (GUALTER, NEWTON e HELOU; p.293).

No entanto, anos mais tarde em 1887 o físico alemão Heinrich Hertz realiza um experimento famoso que produziu e detectou ondas eletromagnéticas, confirmando assim a teoria ondulatória da luz de Maxwell, tenha sido observado também, pela primeira vez, o efeito fotoelétrico, que levou diretamente à descrição da luz em termos de partículas. Hertz descobriu que a luz facilitava na produção de descargas elétricas (centelhas) entre dois eletrodos (TIPLER e LLEWELLYN, 2006, p.87).

Mais tarde, com a descoberta do elétron<sup>5</sup>, e a morte de Hertz, o físico alemão Philip Eduard Anton Von Lenard (1862-1947), auxiliar de Hertz em grandes experimentos na época, seguindo alguns experimentos de Wilhelm Hallwachs, mostrou logo em seguida que a luz ultravioleta facilita a descarga ao fazer com que elétrons sejam emitidos da superfície do catodo (MARTINI et al., 2013; GUALTER, NEWTON e HELOU, 2010). Para tanto, na figura 10 mostra um aparelho usado por Lenard para investigações do efeito fotoelétrico, composto de duas placas metálicas submetidas a uma diferença de potencial e mantidas em vácuo no interior de uma ampola de vidro.

---

<sup>5</sup> O elétron foi descoberto por Joseph J. Thomson, somente em 1897, dez anos depois da observação de Hertz.

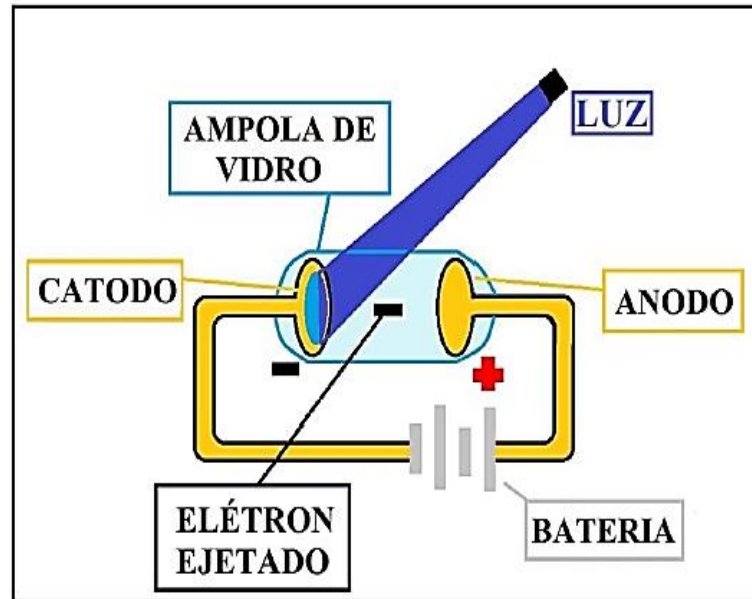


Figura 8 - Experimento usado por Phillip Lenard  
 Fonte: adaptado de LAMEU, (2014, p.77).

MARTINI et al, (2013, p. 250) , afirmam que com esse experimento, Phillip Lenard concluiu dois dos aspectos do efeito fotoelétrico:

- A quantidade de cargas despreendidas da placa emissora durante o efeito fotoelétrico é diretamente proporcional à intensidade da luz incidente, ou seja, quanto maior a intensidade da luz incidente, maior o número de fotoelétrons emitidos.
- O efeito fotoelétrico ocorre apenas em frequências acima de determinada frequência mínima. Abaixo, o efeito não se manifesta, seja qual for a intensidade da luz incidente. A energia cinética adquirida pelas cargas arrancadas também depende apenas da frequência da luz incidente, e não de sua intensidade.

Na experiência de Lenard, o que ele observou foi que, tanto com luz forte quanto com luz fraca, não havia efeito fotoelétrico se a frequência da luz fosse inferior a determinado valor mínimo, que depende do material utilizado. Portanto, essas investigações foram decisivas para que Albert Einstein pudesse interpretar o efeito fotoelétrico, em 1905 faz uma suposição notável, que a energia do feixe luminoso percorre o espaço concentrada em pacotes, chamados fótons. Segundo ele, um *quantum* de luz de frequência tem uma energia dada por,

$$E = hf \quad (1)$$

$f$  é a frequência da radiação e  $h$  é a constante de Planck, que tem o seguinte valor

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} = 4,14 \cdot 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s} \quad (1.1)$$

Observa-se na figura (11), uma radiação eletromagnética de frequência  $f$  incidindo em uma placa metálica, ocorrem oscilações entre fótons da radiação e elétron do metal. Em cada uma dessas colisões, um fóton pode fornecer toda a sua energia a um único elétron. Absorvendo o fóton, o elétron será extraído se a energia  $E = hf$ , que depende da frequência da radiação, e não de sua intensidade, for suficiente. Caso contrário, o elétron permanecerá no metal e seu trabalho mínimo necessário para arrancar um elétron é chamado de função trabalho e será representado por  $\Phi$  (GUALTER, NEWTON e HELOU, 2010, p.293).

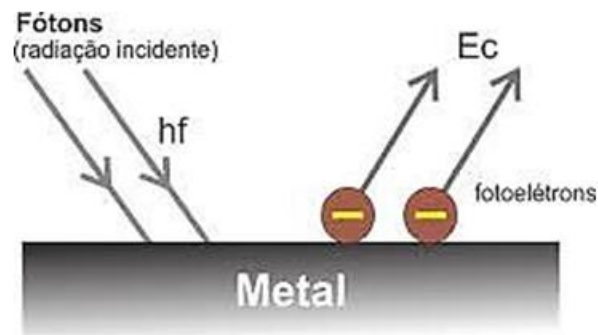


Figura 9 - O efeito fotoelétrico Fonte: <<http://goo.gl/pfozwi>>

Diante de sua hipótese, Einstein aplicando o conceito de fóton ao efeito fotoelétrico, resumiu o resultado dos experimentos na equação (2),

$$hf = K_{m\acute{a}x} + \Phi \quad (2)$$

De acordo com a equação (2), Einstein explica três aspectos que não podem ser explicados em termos da teoria ondulatória clássica da luz. No primeiro aspecto, a energia depende da frequência ou de outro tipo de radiação eletromagnética, mas não da sua intensidade. Dobrando-se a intensidade luminosa, apenas se duplica o número de fótons e, portanto, duplica-se a corrente fotoelétrica, não se alterando, contudo, a energia de cada fóton, ainda na equação (2), explica-se por que a energia cresce linearmente com a frequência.

No aspecto 2, (apresenta a existência de um limiar de frequência), verifica-se na equação (2.1), quando a  $K_{máx}$  for igual a zero, tem-se

$$hf_0 = \Phi \quad (2.1)$$

Verifica-se na equação (2.1) que o fóton tem exatamente a energia necessária para remover o elétron e nenhuma a mais para aparecer como energia cinética. Caso se  $f < f_0$  não será possível ejetar fotoelétrons, verifica-se na figura (12), abaixo.

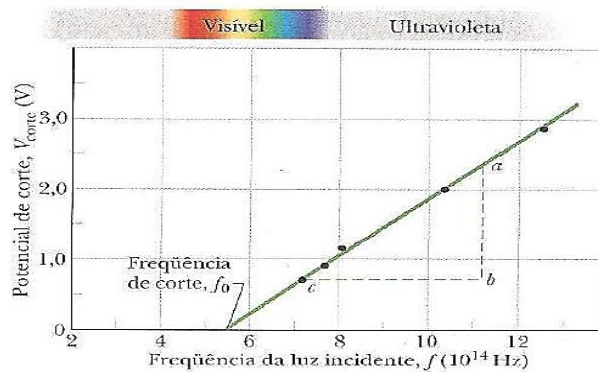


Figura 10 - Potencial de corte em função da frequência da luz incidente para um alvo de sódio

Fonte: Adaptada de (HALLIDAY e RESNICK, 2008)

Finalmente, no aspecto 3, (ausência de um lapso de tempo entre a incidência da radiação e a ejeção do fotoelétron) está de acordo com a teoria fotônica, pois a energia necessária é fornecida em pacotes concentrados, ao contrário do que previa a teoria ondulatória. Isso significa que se houver luz incidente sobre um catodo, algum átomo absorvera um fóton, causando imediatamente um fotoelétron (HALLIDAY e RESNICK, 1978, p.53).

Assim, supostamente percebem-se variáveis de difícil compreensão do efeito fotoelétrico, principalmente quando usamos recursos didáticos tradicionais (giz e quadro), na intervenção didática. Contudo, entende-se que o fenômeno depende da frequência da luz incidente sobre a matéria, ou seja, essa sendo maior ou igual a frequência de corte ou frequência mínima, para que ocorra a ejeção de fotoelétrons do metal, do contrário, o efeito não acontece. Observa-se que para explicar essas variáveis com auxílio de recursos didáticos tradicionais, se torna difícil a construção cognitiva do aluno e a aprendizagem significativa fica comprometida.

Portanto, como o efeito fotoelétrico tem grande grau de abstração e certas diferenças conceituais com a teoria clássica, os estudantes criam certas dificuldades de discernir os conceitos que explicam o fenômeno. Assim, para os alunos resta é somente uma aprendizagem mecânica com memorização de fórmulas. A fim de tornar possível uma aprendizagem significativa, sugerem-se estratégias informativas que possam sanar possíveis dificuldades conceituais do fenômeno e possibilitar o dinamismo na explanação do mesmo que facilite a aprendizagem do aprendiz.

## 2.3 TEORIAS DE ENSINO

Neste tópico são apresentadas as teorias de aprendizagem de Jean Piaget, Vygotsky e David Ausubel, que servirão como aporte teórico a realização da pesquisa.

### **2.3.1 A teoria de Jean Piaget (1886-1986)**

Piaget (1999, p.15) afirma que a evolução mental da criança e do adulto está vinculada no processo de construção contínua de sucessões de fases que ajustam os pensamentos formais que definem uma forma particular de equilíbrio, efetuando a evolução mental no rumo de uma equilibração sempre mais inteira.

Segundo Moreira (1999, p.96) essa evolução de desenvolvimento se dá de forma periódica (sensório-motor, pré-operacional, operacional-concreto e operacional-formal). Cada um desses períodos, por sua vez, subdivide-se em estágios ou níveis separados por idade e, é contínuo, 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.

De acordo com a teoria de Piaget, quando o adulto desenvolve e organiza o pensamento crítico mediante sua estrutura cognitiva derivados de esquemas sensório-motores da criança, a partir deste estágio o adulto adquire sua própria concepção de ver o mundo, nesta fase os adultos já estão cursando as primeiras séries do ensino médio, dessa maneira, é possível verificar evidências do aumento de conhecimento no ensino de energia solar, por meio de ferramentas didáticas, com interação sujeito e objeto (PRÄSS, 2012, p.16).

### **2.3.2 A teoria de Vygotsky (1896-1934)**

As teorias de Lev Semenovich Vygotsky (ou Vygotsky) diferentemente de outros teóricos cognitivos como Piaget e Ausubel (que focalizam o indivíduo como unidade de análise) enfoca a interação social entre o indivíduo e o contexto (MOREIRA, 1999, p.112).

As interações que favorecem o desenvolvimento incluem a ajuda ativa do meio, por exemplo, meios de comunicação à participação de um indivíduo com mais experiências para fazer ponte no aprendizado da criança, com a finalidade da criança construir o novo conhecimento que antes não tinha. Para Vygotsky, o indivíduo não vive isolado, a interação é fundamental para o desenvolvimento cognitivo e linguístico de qualquer indivíduo (PRÄSS, 2012, p.19 e MOREIRA, 1999, p.112).

Na prática escolar, a teoria de Vygotsky subsidia a interação social do professor e aluno, tendo o professor como principal mediador da linguagem para expressar conceitos e significados intercambiados, e que estes alunos possam expressar oralmente o significado daquilo que de fato compreenderam. Ressalta-se que, ao valorizar o diálogo intercambiado de significados entre professor e aluno é fundamental para a aprendizagem, e que estimule o desenvolvimento cognitivo do aprendiz (PRÄSS, 2012, p.20 e MOREIRA, 1999, p.120).

### **2.3.3 A teoria de David Ausubel (1918-2008)**



A teoria da assimilação de David Paul Ausubel, ou 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 (AUSUBEL, 2003,01; PRÄSS, 2012, p.28).

De acordo com Ausubel, 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 (AUSUBEL, 2003, p.01).

David Ausubel afirma que existem duas condições básicas necessárias para que possa haver um processo de aprendizagem. Primeiro, o aluno precisa ter uma pré-disposição para aprender o novo conhecimento. Segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, isto é, quando satisfeita às condições internas, este material possibilita a aprendizagem do aprendiz. (PELIZZARI et al.,2002, p.38).

No entanto, à medida que estabiliza as condições necessárias para aprendizagem, o aprendiz adquire novos significados a partir das interações com seu conhecimento prévio. Mesmo que o material (ou a aula) seja potencialmente significativo para o estudante, ele pode optar por simplesmente decorá-lo (aprendizado mecânico), isto é, novas informações com pouca ou nenhuma relação com os conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva (PELIZZARI et al.,2002, p.38; PRÄSS, 2012, p.34).

Assim, de acordo com a teoria de Ausubel, necessita-se sempre de uma investigação dos conhecimentos prévios preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz, assim esses conceitos ficaram mais claros através de situações que façam sentido para ele e posteriormente significado, ou seja, o alcance de uma aprendizagem significativa desses conceitos no conteúdo de energias renováveis e porque não dizer em outros evidentemente , utilizando-se os organizadores prévios<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si. Contrariamente a sumários que são de um modo geral, apresentados ao mesmo nível de abstração, generalidade e abrangência simplesmente destacando certos aspectos do assunto, organizadores são apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade. *Revista Chilena de Educación Científica*, ISSN 0717-9618, Vol. 7, Nº. 2, 2008, p. 23-30. Revisado em 2012.

como constam na teoria de Ausubel afim de facilitar a aprendizagem, uma vez que funcionam como “pontes cognitivas”.