

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA –**  
**SUDESTE DE MINAS GERAIS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

Leonardo Tavares de Paula

**ENSINO DE FÍSICA POR PROJETOS: A FÍSICA DO FORNO SOLAR**

Juiz de Fora

2017

Leonardo Tavares de Paula

**ENSINO DE FÍSICA POR PROJETOS: A FÍSICA DO FORNO SOLAR**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Universidade Federal de Juiz de Fora e Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais- Polo Juiz de Fora no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

**Orientador:** Diana Esther Tuyarot de Barci

Juiz de Fora  
Fevereiro de 2017

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Paula, Leonardo Tavares de.

ENSINO DE FÍSICA POR PROJETOS : A FÍSICA DO FORNO SOLAR / Leonardo Tavares de Paula. -- 2017.

60 f.

Orientadora: Diana Esther Tuyarot de Barci

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, ICE/IFSEMG. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2017.

1. Ensino de física. 2. Aprendizagem baseada em projetos. 3. Aprendizagem significativa. 4. Forno solar. I. Barci, Diana Esther Tuyarot de, orient. II. Título.

## ENSINO DE FÍSICA POR PROJETOS: A FÍSICA DO FORNO SOLAR

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 24: Universidade Federal de Juiz de Fora e Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 21 de fevereiro de 2017 por:



---

Prof. Dr(a). Diana Esther Tuyarot de Barci –  
IFSUDESTEMG, campus Juiz de Fora –  
Orientador



---

Prof. Dr(a). Sílvia Martins dos Santos –  
INFIS - UFU



---

Prof Dr. Paulo Henrique Dias Menezes –  
FACED - UFJF

Juiz de Fora  
Fevereiro de 2017

Dedico este trabalho a minha filha Alice, minha maior razão. Ao meu avô João Francisco. Dedico também aos meus alunos, desejo que o futuro lhes proporcione excelentes aprendizagens.

## **Agradecimentos**

Agradeço a todos os professores, colegas de turma em especial a minha orientadora. A minha família pela compreensão dos momentos de falta em especial a minha esposa Márcia. À CAPES pelo auxílio financeiro. E a Deus pela oportunidade dada.

## **RESUMO**

### **ENSINO DE FÍSICA POR PROJETOS – A FÍSICA DO FORNO SOLAR**

Leonardo Tavares de Paula

Orientador

Diana Esther Tuyarot de Barci

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação Universidade Federal de Juiz de Fora e Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais polo Juiz de Fora, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O presente trabalho trata do ensino de física por projetos, através da construção de um forno solar com as turmas do segundo ano do ensino médio de uma escola pública da rede estadual de Minas Gerais. No trabalho é estabelecida uma discussão sobre a aprendizagem significativa e a importância do professor em diversificar a prática pedagógica buscando uma maior interação dos alunos com o conhecimento. No processo metodológico foi criado um roteiro de trabalho, o qual foi aplicado para as turmas já mencionadas. Posteriormente foram efetuadas análises quanto a eficiência da prática pedagógica por projetos, por meio de um questionário aplicado aos alunos observando sua satisfação em participar da atividade e os conhecimentos adquiridos durante o trabalho. Pôde-se concluir a partir das análises que o uso de projetos como ferramenta pedagógica pode ajudar na relação do aluno com o conhecimento. Além disso essa prática mostrou-se eficiente para o fomento à aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Ensino de Física, aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem significativa, forno solar.

## **ABSTRACT**

### **PHYSICAL EDUCATION BY PROJECTS - THE PHYSICS OF THE SOLAR OVEN**

Leonardo Tavares de Paula

Supervisor(s):  
Diana Esther Tuyarot de Barci

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Master in Physics Teaching

The present work deals with the teaching of physics by projects, through the construction of a solar oven with the classes of the second year of high school of a public school of the state network of Minas Gerais. In the work, a discussion about the significant learning and the importance of the teacher in diversifying the pedagogical practice is established, seeking a greater interaction of the students with the knowledge. In the methodological process a work script was created, which was applied to the classes already mentioned. Later, analyzes were performed on the efficiency of the pedagogical practice by projects, through a questionnaire applied to students observing their satisfaction in participating in the activity and the knowledge acquired during the work. It could be concluded from the analyzes that the use of projects as a pedagogical tool can help in the relation of the student with the knowledge. In addition, this practice proved to be efficient for the promotion of meaningful learning.

Keywords: physics education, project-based learning, significant learning, solar oven.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aprendizagem significativa elementos norteadores.....	16
Figura 2 – Conteúdos da Física ao desenvolvimento do forno solar.	21
Figura 3 – Interação da radiação com a Terra .....	24
Figura 4 – Esquema de troca de calor por condução ao longo de um material.....	27
Figura 5 – Representação correntes de convecção.....	27
Figura 6 – Espectro de luz visível.....	28
Figura 7 – Esquema do forno solar .....	30
Figura 8 – Processo de absorção energia no forno solar caixa.....	30
Figura 9 – Cozinha solar usada para derreter manteiga.....	33
Figura 10 – Forno solar em caixa.....	34
Figura 11 – Forno solar.....	35
Figura 12 – Print blog desenvolvido pela turma 204.....	36
Figura 13 – Folder forno solar turma 205.....	37
Figura 14 – Banner desenvolvido pela turma 205.....	38
Figura 15 – Banner desenvolvido pela turma 204.....	39

# Sumário

Capítulo 1	Introdução .....	10
Capítulo 2	Referencial Teórico .....	15
2.1	Aprendizagem Significativa.....	15
2.2	Ensino por Projetos .....	17
2.2.1	Estruturação de um projeto .....	18
Capítulo 3	Elementos da Física.....	21
3.1	A Física do forno solar .....	22
3.2	Energia solar.....	23
3.3	Absorvendo o Calor .....	24
3.4	Trocas de calor .....	25
3.5	Transferência de Calor por condução.....	25
3.6	Transferência de Calor por Convecção .....	27
3.7	Transferência de calor por Radiação .....	28
3.8	O forno solar .....	29
Capítulo 4	Desenvolvimento do forno solar.....	31
4.1	Desenvolvimento da proposta .....	31
4.2	Aplicação em 2015 .....	32
4.3	Aplicação em 2016 .....	33
Capítulo 5	Avaliação do projeto pelos alunos.....	40
5.1	Análise do questionário.....	40
Capítulo 6	Conclusão .....	48
7.	Referências .....	50
Apêndice 1	Construindo o forno solar .....	52
Apêndice 2	Sequência didática .....	56
Apêndice 3	Construção de um “forno solar” .....	59

# Capítulo 1

## Introdução

O propósito deste trabalho é o desenvolvimento de um produto educativo. Esse produto deverá servir como material de apoio e desenvolvimento didático para outros professores e alunos do ensino médio. Nesse sentido orienta uma abordagem da física de forma crítica e participativa tanto por parte do professor quanto dos alunos.

O projeto de construção do Forno Solar contou com suportes de interação e disseminação de conhecimentos através da construção de folder, blog, página web e formulário de avaliação. Esses recursos podem ser utilizados de forma conjunta ou independente pelos interessados em estabelecer essa prática didática. O trabalho foi desenvolvido trazendo para os estudantes a possibilidade de transitar no mundo científico e seus desdobramentos, dentre eles a consciência ambiental e a sustentabilidade. A apresentação das matérias relacionadas a Física foi estabelecida buscando evidenciar o mundo real além do conteúdo específico da disciplina.

A presente dissertação justifica-se diante da percepção que na contemporaneidade há um crescente desafio para a docência que tange desde melhorias teóricas e metodológicas na prática de ensino, até intervenções e construção de linguagens que propiciem uma melhor interação entre o professor e aluno. Há necessidade de transformações que possibilitem avanços para o ensino com novas visões e paradigmas para as práticas escolares. Fomentar mudanças nos modelos de ensino é uma iniciativa que proporciona a construção de novos conhecimentos. Torna-se imperativo criar condições para que haja transformações na motivação de professores e alunos.

Na atual conjuntura é muito comum no ambiente de sala de aula encontrar tanto alunos quanto professores desmotivados na relação do cotidiano escolar. Isso pode ser atribuído a fatores externos e internos inerentes a rotina escolar. Um desses problemas, que ganha destaque, é a prática pedagógica que em alguns casos privilegia o aprendizado mecânico, sem levar em conta outras formas de se relacionar com o conhecimento.

No ensino de física, ainda pode-se destacar, o distanciamento do que é ensinado, para o cotidiano do aluno, tornando quase impossível a assimilação do conhecimento.

Diante disso é necessário buscar uma a prática escolar que vise metodologias para possibilitar um aprendizado significativo. Essas práticas devem formar o aluno orientando-o a se tornar um cidadão ativo, assim como indicado na reformulação dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs - 2000:

O Ensino Médio, portanto, é a etapa final de uma educação de caráter geral, afinada com a contemporaneidade, com a construção de competências básicas, que situem o educando como sujeito produtor de conhecimento e participante do mundo do trabalho, e com o desenvolvimento da pessoa, como “sujeito em situação” – cidadão. (BRASIL, 2000).

Tendo em perspectiva a prática pedagógica no ensino de física, juntamente com as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais. O presente trabalho objetiva destacar a pedagogia de projetos como uma ferramenta alternativa para enfrentar problemas de interação de ensino/aprendizagem encontrados em sala de aula. Para tanto foi desenvolvido na prática docente um projeto intitulado: **O Forno Solar**.

A pedagogia de projetos pode ser considerada uma ferramenta para enfrentar os problemas encontrados em sala de aula, sendo um dispositivo que desenvolva o que se propõem os PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais).

CNFI1MOA020: Construir protótipos ou equipamentos simples, investigando arranjos e procedimentos adequados e compreendendo os fenômenos térmicos envolvidos em cada parte do arranjo. (BRASIL, 2015).

Convergindo também com as propostas do Currículo Básico Comum (CBC). O currículo base foi indicado pela secretaria de educação do estado de Minas Gerais, através do programa reinventando o ensino médio.

### Quadro 1 – Proposta da base curricular comum

<p>5. Transferência de calor por condução 5.1. Aplicar o conceito de energia e suas propriedades para compreender situações envolvendo corpos com temperaturas diferentes</p>	<p>5.1.1. Saber que o calor é uma forma de energia que passa de um corpo para outro devido à diferença de temperatura entre eles. 5.1.2. Saber que, quando dois corpos, com</p>
---	---

que estejam em contato.	diferentes temperaturas, estão em contato, o corpo mais quente perde calor e o mais frio recebe esse calor. 5.1.3. Saber que, quando dois corpos trocam calor entre si eles tendem a uma temperatura final comum chamada de temperatura de equilíbrio térmico. 5.1.4. Saber que a sensação térmica está ligada à taxa de transferência de calor e, portanto, à condutividade térmica do material ao qual o indivíduo está em contato.
6. Transferência de calor por convecção 6.1. Aplicar o conceito de energia e suas propriedades para compreender situações envolvendo transferência de calor nos fluidos.	6.1.1. Compreender que a maioria dos fluidos, quando aquecidos, se expande, diminuindo sua densidade, e sobe devido ao empuxo. 6.1.2. Compreender o que são correntes de convecção. 6.1.3. Saber dar exemplos de situações em que ocorre o fenômeno de transferência de calor por convecção.
7. Transferência de calor por radiação 7.1. Aplicar o conceito de energia e suas propriedades para compreender situações envolvendo energia radiante.	7.1.1. Saber que as ondas são uma forma de transferência de energia de um lugar para outro sem transferência de matéria. 7.1.6. Saber dar exemplos de situações do cotidiano envolvendo transferência de energia por radiação.
8. O efeito estufa e o clima na Terra 8.1. Compreender as causas da intensificação do efeito estufa e compreender o seu significado em termos ambientais.	8.1.1. Compreender o efeito estufa em termos da diferença entre a energia recebida do Sol e a energia emitida pela Terra ao ser aquecida. 8.1.2. Saber que a energia recebida do Sol é basicamente através da luz branca e a energia emitida pela Terra, devido ao seu aquecimento, é basicamente através da radiação infravermelha. 8.1.3. Saber que a atmosfera é transparente para a luz branca, mas relativamente opaca para a radiação infravermelha. 8.1.4. Saber que o que torna a atmosfera mais ou menos opaca ao infravermelho é o percentual de vapor de água e dióxido de carbono (gás carbônico) na atmosfera. 8.1.5. Saber que a temperatura de um sistema depende do balanço entre a energia que entra e a energia que sai dele. 8.1.6. Compreender que o aumento de temperatura da Terra, devido ao efeito estufa, é consequência do aumento de gás carbônico na atmosfera.

Fonte. Dados Retirados do Reinventando o ensino médio versão 2012.

A abordagem apropriada pelo presente projeto corresponde ao eixo temático 3: Energia Térmica, com os subtemas: Transferência de Calor por condução, Convecção, Radiação e Efeito estufa. Essas ementas estão descritas no Quadro 1.

De acordo com Quadro 1, a proposta do CBC objetiva mostrar a possibilidade da união entre teoria e prática. Por meio do projeto a elaboração

do forno solar pode possibilitar um ensino contextualizado na realidade do aluno, oferecendo oportunidade para o desenvolvimento da aprendizagem significativa.

Para efetivação do projeto foi adotada uma prática cooperativa para aprendizagem. Ela teve como eixo norteador a aplicação dos conhecimentos teóricos em Termodinâmica e Troca de Calores, conteúdos essenciais aprendidos em sala de aula, em um projeto contextualizado com a realidade do aluno. Os alunos foram “convidados a trabalhar em grupo, a participar de discussões com seus colegas e com o professor, a escrever relatórios, preparar gráficos e tabelas, a compreender o porquê de uma dada fórmula e o seu significado” (SASSERON, 2010, p.32).

Para a fundamentação teórica, foram explorados os conceitos de motivação em ensino aprendizagem, apresentados no capítulo 2 da dissertação, e conceitos e abordagens teóricas sobre “ensino por projetos” como aporte para incentivar a aprendizagem significativa e dinamizar o trabalho docente. Relatando nesse mesmo capítulo o que se classifica como um projeto e qual deve ser a sua organização diante de um trabalho pedagógico em sala de aula.

A física presente no forno solar é descrita no capítulo 3, caracterizando formalmente os conceitos físicos presentes no funcionamento do forno solar, tais conceitos podem ser discutidos em sala de aula da maneira que o professor julgar adequado a sua realidade escolar.

O projeto foi desenvolvido em duas turmas em cada período, numa escola estadual da região metropolitana de Belo Horizonte, estas turmas eram do segundo ano do ensino médio durante os anos de 2015 e 2016.

No capítulo 4 é feita a apresentação e desenvolvimento do projeto com os alunos descrevendo sua sequência e criação dos trabalhos direcionados a turma. Apresentando também os produtos gerados pelos alunos mostrando dessa forma o resultado do trabalho produzido.

Para a análise da atividade desenvolvida no capítulo 5 é feita uma reflexão, através de um questionário aplicado aos alunos participantes, quanto a satisfação dos mesmos em participar da atividade de construção do forno solar. E finalmente no capítulo 6 são feitas as considerações finais acerca do

trabalho desenvolvido concluindo que o ensino por projetos é uma boa ferramenta para ser utilizada no processo de aprendizagem significativa, motivação aluno em aprender.

Temos também nos apêndices deste trabalho um manual de construção do forno solar em caixa, destinado aos alunos e professores que queiram construir o forno, há também uma sequência de criação da atividade desenvolvida em sala de aula, mostrando como o forno solar pode ser desenvolvido com a turma, sendo este um material mais voltado para o professor. E juntamente com esse material segue um questionário de opção para avaliação pelos alunos da atividade desenvolvida.

Portanto este trabalho busca discutir o ensino por projetos na criação de um ambiente favorável a aprendizagem significativa, a partir motivação do aluno. Possibilitando a criação de uma sequencia para criação de um projeto, sendo neste trabalho apresentando a criação de um forno solar, relacionando conteúdos de física.

## Capítulo 2

### Referencial Teórico

Pode-se afirmar que é relevante que toda a forma de ensino seja voltada para a aprendizagem dos alunos de forma efetiva. Por isso, neste capítulo será discutida a aprendizagem significativa como norteador da forma de ensino, uma vez que prioriza o aluno e seu aprendizado ao longo do processo, mostrando o caminho e as possíveis formas de se chegar a adquirir o conhecimento, sendo construída juntamente com o ensino por projetos.

#### *2.1 Aprendizagem Significativa*

Um dos grandes desafios da educação atualmente é lidar com as diversas relações externas do aluno com a vida escolar. São diversos fatores, dentre eles o mais perceptível é o distanciamento dos conteúdos estudados com a vida do aluno, principalmente nas aulas de física:

Os conceitos trabalhados em sala de aula estão muito distantes da realidade do aluno, é difícil o aluno aceitar como seu um problema formal proposto pelo livro didático ou mesmo pelo professor (NEHRING et al., 2002, p.12)

Esse fato pode impedir que ocorra a aprendizagem significativa. Moreira (2006), explica que a aprendizagem significativa depende de fatores para que aconteça. Primeiro o aluno deve estar disposto a aprender e se relacionar com o assunto estudado, e segundo, são necessários que existam materiais, condições para que aconteça o aprendizado. Sem a existência desse contexto é difícil que se estabeleça uma aprendizagem significativa:

“Essencialmente, são duas as condições para a aprendizagem significativa: 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender”. (MOREIRA 2006, p.27).

A organização destes atores deve acontecer de maneira não arbitrária, possibilitando uma assimilação contextualizada pelo aluno, como descrito por Moreira (2006, p.29).



Para Ausubel a aprendizagem é significativa quando uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento da pessoa. Para que ocorra essa interação e aconteça uma aprendizagem significativa, a nova informação deve relacionar-se de maneira substantiva, e não arbitrária, com os conhecimentos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva, dando, inclusive, novos significados a eles.

A aprendizagem significativa é descrita por Freire (1996), o qual destaca que a relação do indivíduo com sua aprendizagem está diretamente ligada ao meio que ele vive.

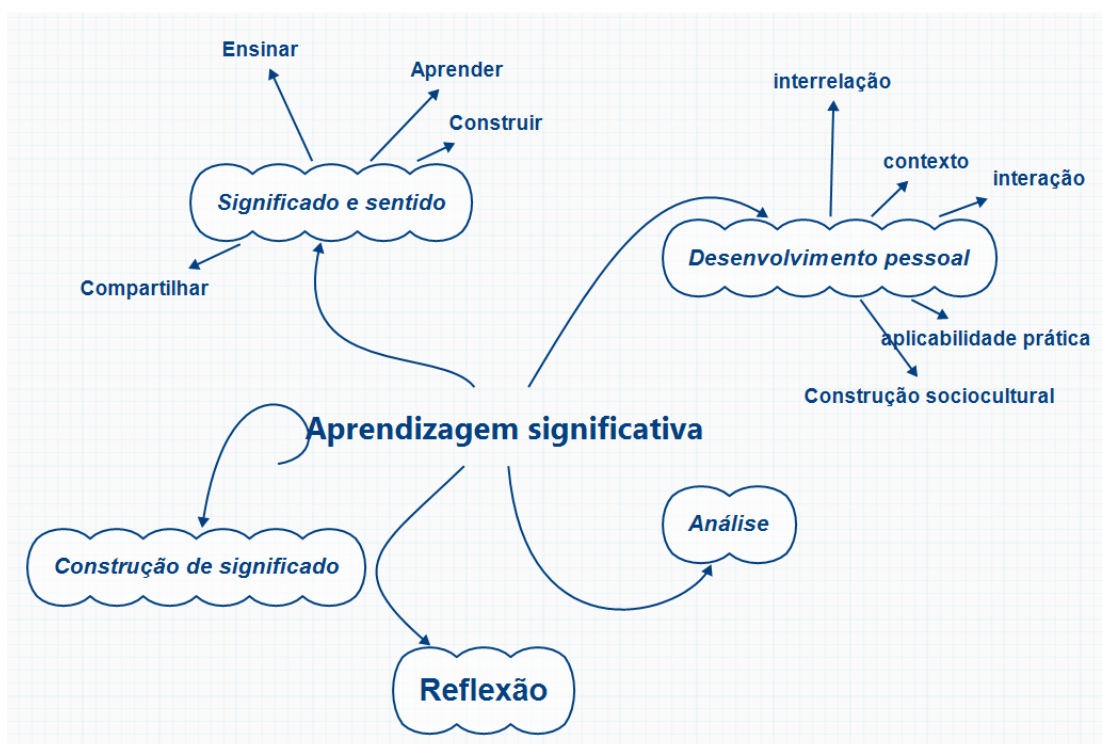


Figura 1: Aprendizagem Significativa: elementos norteadores. Fonte: elaborado pelo autor

De acordo com a Figura 1 a aprendizagem significativa tem de ser refletida no desenvolvimento pessoal do aluno. Essa ação se torna possível diante de sua construção de significado que é estabelecida pela interação entre seu universo sociocultural e os novos conhecimentos com o qual está em contato. A base da aprendizagem significativa pode ser considerada a reflexão

que o aluno consegue exercer diante de seu novo arcabouço intelectual, adquirido pela matéria teórica e as possibilidades de aplicabilidade da mesma.

Uma ferramenta que pode ser utilizada para enfrentar tal problema é o ensino por projetos, que podem manter ou criar no aluno uma condição ideal para a aprendizagem potencialmente significativa. Pois como definido por Martins (2007, p.12): “Em sentido amplo, projeto é o caminho que uma pessoa quer seguir para realizar alguma coisa”.

## *2.2 Ensino por Projetos*

A ideia de projetos no processo de ensino-aprendizagem surge inicialmente com Dewey (1968), na abordagem da Escola Nova. Várias das considerações feitas por Dewey permanecem como base dessa metodologia. Esse método de ensino/aprendizagem se coloca como uma possibilidade para a implementação de práticas educativas eficientes que buscam construir uma relação entre a sua realização, com os procedimentos e recursos que geram a aprendizagem significativa uma vez que assim como definido por Dewey (1968, p. 15) “um autêntico projeto encontra sempre o seu ponto de partida no impulso do aluno”.

No ensino por projetos, o professor-orientador e os alunos pesquisadores interagem e compartilham entre si responsabilidades e possibilidades na solução de desafios e execução de ações que possibilitem a construção coletiva do conhecimento. Segundo Pacheco (2007, p.38), “ao professor cabe planejar e supervisionar as atividades de pesquisa dos estudantes, identificar as limitações e apontar estratégias a serem experimentadas na solução dos desafios encontrados”.

De acordo com Hernandez e Ventura (1998, p.22), “projeto pode ser definido como uma modalidade de articulação dos conhecimentos escolares, ou seja, é uma forma de organizar a atividade de ensino e aprendizagem”. A elaboração de um projeto não se apresenta de forma fixa, estanque, mas é necessário que se leve em consideração três etapas de acordo com Boutinet (2002, p. 43):

- 1) *Análise e diagnóstico da situação, ou seja, a problematização;*
- 2) *esboço de um projeto possível, qual projeto a ser desenvolvido;*
- 3) *concepções de estratégias a serem utilizadas, desenvolvimento do projeto.*

A análise e o diagnóstico da situação têm como objetivo estudar e compreender onde pode ser e como deve ser aplicado o projeto permitindo um maior conhecimento do que irá ser construído pelo aluno. Assim, construir um projeto é arquitetar toda uma metodologia de apreensão das oportunidades (BOUTINET, 2002). A partir dessa primeira análise é possível definir como produzir o projeto tornando-o possível nas condições que os alunos tenham com seus recursos. E finalmente definindo etapas e estratégias para o desenvolvimento do trabalho.

Portanto, o desenvolvimento de projetos combina diversas estratégias de ensino como: a pesquisa, aula expositiva, estudo de texto, experimentação, apresentações, entre outras. Esta convergência de estratégias consegue o desenvolvimento da autonomia do aluno como descrito por Anastasiou (2004, p.11), “o ensino com pesquisa oferece condições para que os estudantes adquiram maior autonomia, assumam responsabilidades, desenvolvam disciplina”. Com isso, o professor deixa de ser o principal responsável pelo aprendizado, passando a ser mediador do conhecimento. É o aluno que a partir desse momento toma frente na busca de conhecimento, por meio de uma situação de estudo proposta.

### 2.2.1 Estruturação de um projeto

Como já dito acima a estruturação de um projeto não é fixa, ela pode variar de acordo com o desenvolvimento da turma, do que se espera que seja produzido. Mas isso não quer dizer que um projeto deva ser realizado sem

qualquer planejamento. Dessa forma é necessário que se crie uma estrutura mínima de como um projeto pode ser desenvolvido pela turma para que se obtenha um bom trabalho.

Um bom projeto tem necessariamente uma construção de início, meio e fim, que possibilite ao aluno a conclusão do trabalho proposto encontrando uma resposta para problematização inicial. Logo, uma estrutura para um projeto a ser desenvolvido em sala de aula tem características mínimas necessárias como apontadas por Abrantes (1996), e discutida por Espíndola (2005), da seguinte forma:

1. Um projeto é uma atividade intencional, o envolvimento dos alunos na atividade é a peça fundamental da atividade.
2. Em um projeto, a responsabilidade e autonomia dos alunos são essenciais, os alunos são corresponsáveis pelo trabalho e pelas escolhas ao longo do desenvolvimento do projeto.
3. A autenticidade é uma característica fundamental de um projeto, o produto desenvolvido tem que ter relevância para os alunos uma vez que será desenvolvido pelos mesmos.
4. Um projeto envolve complexidade e resolução de problemas, o objetivo central do projeto constitui um problema ou uma fonte geradora de problemas e exige muita atenção e preparo de suas resoluções.
5. Um projeto percorre várias fases, que são: escolha do objetivo central, formulação dos problemas, planejamento, extensão, avaliação e divulgação dos trabalhos. E nestes pontos é que iremos fazer uma discussão fazendo uma proposta de roteiro de trabalho.

Estas características mostram como o projeto assume uma prática pedagógica diferenciada, onde o aluno torna-se o ator principal, atuante no processo de aprendizagem, potencializando dessa forma sua aprendizagem. Dessa maneira uma forma de se estruturar um projeto para que o mesmo possa se tornar uma ferramenta de potencial aprendizagem significativa pode seguir a seguinte sequência:

- ✓ 1º Uma pesquisa, levantamento sobre o tema a ser estudado.

- ✓ 2º Após a pesquisa definir o tema e o projeto a ser desenvolvido.
- ✓ 3º Definir um cronograma para o desenvolvimento do projeto, tendo sempre e criando relatórios periódicos sobre os trabalhos desenvolvidos.
- ✓ 4º Realizar o projeto seguindo o cronograma estabelecido e realizando as atividades propostas dentro do planejamento.
- ✓ 5º Avaliar e contextualizar o trabalho realizado, projetando resultados e sua aplicação.

A sequência metodológica para o desenvolvimento do projeto pode influenciar a percepção organizacional do aluno. Essa sugestão ordenada oferece possibilidades de organização do processo de aprendizagem. Ele inicia-se com uma pesquisa, passa por definições importantes relacionadas à temática e tempo de desenvolvimento do trabalho, finalizando-se com a execução e avaliação do processo.

Tanto o processo de efetivação do projeto quanto o processo de aprendizagem significativa são permeados por elementos teóricos da disciplina e ser ensinada. Nesse sentido, o próximo capítulo apresentará as matérias do campo da Física que foram abordadas no desenvolvimento do Forno Solar.

## Capítulo 3

### Elementos da Física

A física que envolve a utilização e o funcionamento do forno solar converge com os temas desenvolvidos pela termodinâmica na descrição dos conhecimentos sobre: energia, energia solar, calor, formas de transferência de calor, temperatura, assim como descrito na figura 2. Com isso ao desenvolver o projeto o aluno consegue perceber os conteúdos aprendidos formalmente dentro de sala de aula num contexto real aplicado.

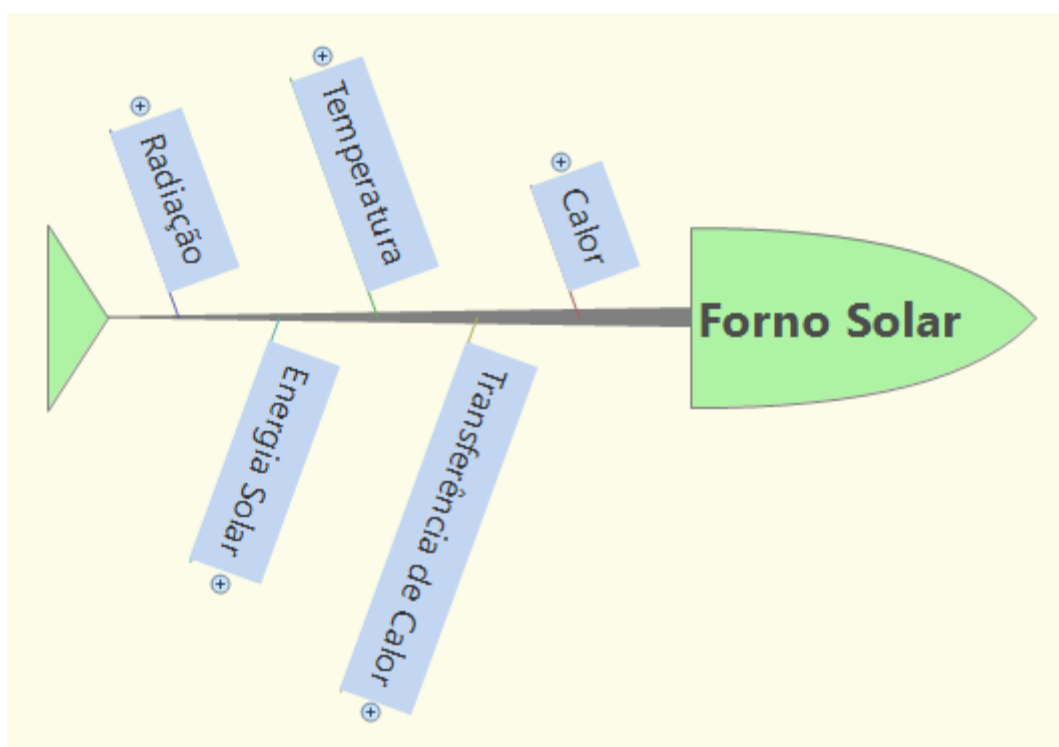


Figura 2 – Conteúdos da Física aplicados ao desenvolvimento do Forno Solar. Fonte: elaborado pelo autor

A Figura 2 apresenta os conhecimentos essenciais à compreensão da construção e funcionamento do Forno Solar. O infográfico desenvolvido em forma de espinha de peixe apresenta em seus eixos os conteúdos relacionados às grandezas físicas conexas ao estudo da energia, calor e suas transferências. As especificações teóricas sobre esses conteúdos serão descritas nas seções a seguir.

### 3.1 A Física do forno solar

A energia solar já é utilizada em diversos equipamentos, e pode ser transformada em outros tipos de energia. O sol é a nossa principal fonte de energia e pode ser considerada uma fonte inesgotável de calor e radiação. A distribuição da energia emitida pelo sol é ainda mais abundante em países tropicais como o Brasil, o que possibilita uma melhor utilização desta energia.

A energia solar, radiação, pode ser utilizada de diversas maneiras: através da energia térmica com aplicações térmicas em geral, energia mecânica, obtendo força motriz diversa, energia elétrica, para obtenção da eletricidade e energia química, como por exemplo, na fotossíntese. Neste trabalho o foco da utilização da energia solar é para as aplicações térmicas dessa energia, direcionando o trabalho para a confecção do forno solar em caixa.

Existem registros de diversos tipos de fornos solares desenvolvidos pela humanidade, a criação do primeiro forno solar é descrita pelo francês Horace de Saussure 1767, o seu forno constava de duas caixas de madeira, uma dentro da outra, isoladas por lã e com três coberturas de vidro.

Atualmente tem se desenvolvido diversos estudos e experiências a fim de se padronizar os tipos de fornos solares, buscando um produto que tenha característica, modelos e tipos assimilados e aceitos pela comunidade.

A caracterização do forno caixa, instrumento do nosso trabalho é feita por Melo (2008, p.55),

Os fogões tipo caixa podem ter distintos número de refletores externos (0 a 4), planos ou levemente côncavo. Caracterizam-se por permitirem a obtenção de temperaturas de no máximo 150°C demoram a aquecer e sua operacionalização, geralmente não é fácil. Por outro lado têm a vantagem de poder funcionar praticamente sem a intervenção do usuário, mantendo o alimento aquecido durante um tempo prolongado, não produzem efeitos danosos ao usuário nem por concentração nem por reflexão, são estáveis e não apresentam riscos pela produção de chamas, não gerando, portanto, suscetibilidades a queimaduras.

Sendo apresentadas outras vantagens como baixo custo, podem ser construídos por diversos materiais, são modelos leves e às vezes portáteis. Sendo dessa maneira utilizado em diversas regiões do globo terrestre, como África e Ásia. A física do funcionamento do forno solar parte da definição das formas de troca de calor sendo também de suma importância que seja construído o conceito de temperatura.

### *3.2 Energia solar*

O sol é a principal fonte de energia da Terra, sendo o principal responsável pelo aparecimento de quase todas as outras fontes de energia, sendo também uma fonte quase que inesgotável de energia. A utilização dessa forma de energia é uma das alternativas mais promissoras para a substituição dos recursos esgotáveis.

Em países tropicais têm um maior potencial energético, vindo do sol, sendo dessa forma bastante favorável aos usos e desenvolvimentos dos equipamentos solares. O Brasil possui um significativo potencial solar com uma grande disponibilidade quase que o ano todo, principalmente em sua região nordeste.

A radiação solar pode ser utilizada de diferentes formas, neste trabalho iremos focar na sua utilização para aplicações térmicas, as aplicações térmicas são aquelas onde a forma de energia principal é o Calor.

O sol emite cerca de 64 MW de energia eletromagnética por metro quadrado, a origem desta energia vem das fusões termonucleares que ocorrem no seu núcleo. Considerando que a Terra recebe parte dessa energia, cálculos indicam que a média de energia recebida em um ano fica em torno de  $1,74 \times 10^{11}$  GWh, cerca de 1000 vezes o consumo de energia da humanidade. Logo a utilização da energia solar constitui uma forma de substituição de outras formas de energia.



### 3.3 Absorvendo o Calor

O forno solar mantém o seu aquecimento através do efeito estufa, este efeito acontece pela concentração da energia solar. A luz atravessa materiais transparentes como vidro e plástico, aquecendo o interior do forno e concentrando a energia radiante emitida por este aquecimento, infravermelho, mantendo o interior do forno aquecido.



Figura 3 - Interação da radiação com a Terra. Fonte: <http://climasdomundo.blogspot.com.br>

A Figura 3 apresenta a interação da radiação solar na atmosfera da Terra. Verifica-se que os gases atmosféricos são transparentes a energia emitida pelo sol em sua maior parte presente na faixa visível do espectro eletromagnético, mas é opaca à radiação emitida pela Terra devido ao seu aquecimento, na maior parte em infravermelho, retendo dessa forma a energia na atmosfera terrestre, funcionando como uma gigantesca estufa. Tal fenômeno é imprescindível para a forma de vida que conhecemos na Terra.

### 3.4 Trocas de calor

Antigamente os cientistas acreditavam que o calor era um fluido chamado de calórico, que tinha liberdade para fluir de um sistema para outro e que as substâncias possuíam esse calórico, mas calor é energia em transito, energia sendo transferida de um sistema para outro, de uma vizinhança para outra devido a diferença de temperatura entre elas.

“O sentido da transferência espontânea de energia é sempre do corpo que está mais quente para um vizinho mais frio. A energia que é transferida de uma coisa para outra por causa de uma diferença de temperatura entre eles é chamada de calor. É importante observar que a matéria não contém calor. A matéria contém energia cinética molecular e possivelmente energia potencial, não calor. Calor é energia em trânsito de um corpo à temperatura mais alta para outro a uma temperatura mais baixa.” (HEWITT, 2002, p.18).

Essa troca de energia acontece até que todos os sistemas atinjam a mesma temperatura, o que se chama de equilíbrio térmico. Existem três tipos de trocas de calor entre os sistemas: por condução, por convecção e radiação.

### 3.5 Transferência de Calor por condução

É troca de calor com o meio, a partir da interação entre as moléculas das substâncias, parte a parte da matéria. Esse processo é chamado de condução térmica, ou seja a condução da energia térmica ao longo de toda extensão do objeto, ocorrendo principalmente nos sólidos.

O modelo cinético da temperatura, através do movimento das partículas, pode ser usado para explicar a condução. À medida que recebem energia, as partículas do corpo vibram mais intensamente e a energia cinética dessas partículas é transferida sucessivamente de uma partícula para outra, essa transferência de energia cinética é a condução de calor. Como o calor se propaga de partícula para partícula, corpos mais densos, com maior número de partículas por unidade de volume, especialmente partículas livres, são bons condutores. Isto explica porque os metais conduzem bem calor. Pelo mesmo

motivo, percebe-se porque os líquidos e gases não são bons condutores de calor.

Um bom exemplo disso é quando tocamos a superfícies da carteira da escola com as mãos, colocando a esquerda sobre a madeira e a mão direita sobre a parte metálica. Nas duas temos sensações de quente e frio diferentes, na mão sobre a parte metálica tem-se uma sensação de frio maior do que na mão sobre a madeira, isso se deve ao fato de o metal ser melhor condutor de calor que a madeira, logo, a mão sobre o metal troca uma maior taxa de energia com a superfície fazendo com que a sensação de frio seja maior, dando origem assim à classificação de condutividade térmica dos materiais.

A quantidade de calor que atravessa um condutor, por unidade de tempo, é chamada de **fluxo de calor**  $\phi$  :

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t} \quad eq. 1$$

Uma lei que determina o processo de transmissão de calor foi determinada pelo matemático francês Jean-Baptiste Fourier experimentalmente em (1768-1830). Tal lei diz que a quantidade de calor (Q) que atravessa um condutor sob uma diferença de temperatura constante, é diretamente proporcional a esta diferença de temperatura ( $\Delta T$ ), a área transversal, (A) do condutor, ao tempo de transmissão ( $\Delta t$ ), e inversamente proporcional a extensão atravessada pela energia (e), logo:

$$Q = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T \cdot \Delta t}{e} \quad eq. 2$$

Quanto maior a condutividade térmica de um material, expressa por seu coeficiente de condutividade térmica (k), melhor condutor de energia térmica ele será. A propagação da energia térmica pode ser representada pela figura 6.

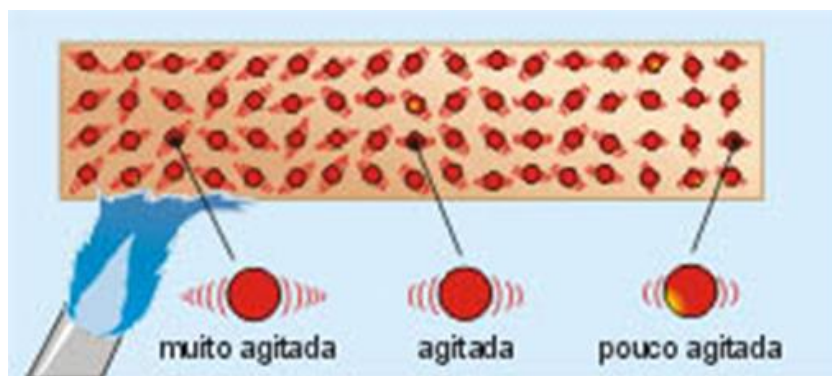


Figura 4 - Esquema da troca de calor por condução. Fonte: Portal do professor, <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=26814>

A Figura 4 sistematiza o esquema de troca de calor ao longo do material. A chama incide sobre o material que agita as partículas. Pode-se observar que quanto maior a incidência de calor maior a agitação das partículas.

### 3.6 Transferência de Calor por Convecção

Esse tipo troca de calor acontece nos fluidos, gases e líquidos por meio das correntes de convecção que surgem a partir da diferença de temperatura entre as regiões do fluido. Com o aumento da temperatura de certa parte do fluido, suas moléculas aumentam de tamanho, devido a dilatação térmica, ficando dessa forma menos densas. Essa diferença de densidade entre essas regiões faz surgir movimentos entre essas massas, o que leva às correntes de convecção.

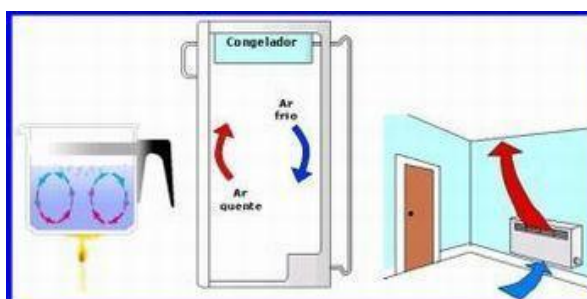


Figura 5 - Representação de correntes de convecção. Fonte: <http://propagaca.blogspot.com.br>

A Figura 5 explica porque os congeladores nas geladeiras usualmente encontram-se na parte superior, mostrando as correntes de convecção, fazendo a troca de energia entre as diferentes regiões dos fluidos. Essa ação é estabelecida pela mesma razão os aparelhos de ar condicionados são instalados na parte superior dos cômodos entre outros fenômenos.

### 3.7 Transferência de calor por Radiação

Essa troca de calor é feita a partir da energia radiante (irradiação) na forma de ondas eletromagnéticas. Todo sistema a uma certa temperatura irradia energia.

“Por exemplo, um pedaço de ferro, que quando aquecido, a partir de certa temperatura começa emitir luz, a princípio vermelha (ferro em brasa), depois laranja, amarela e finalmente branca. Os filamentos das lâmpadas incandescentes, quando estão emitindo luz branca, se encontram a temperatura aproximada de  $1250^{\circ}\text{C}$ .” (GREF, 2011, p.11)

A intensidade da energia está diretamente associada a frequência da irradiação emitida. Sendo dessa maneira as cores uma indicação de quantidade de energia de uma radiação.

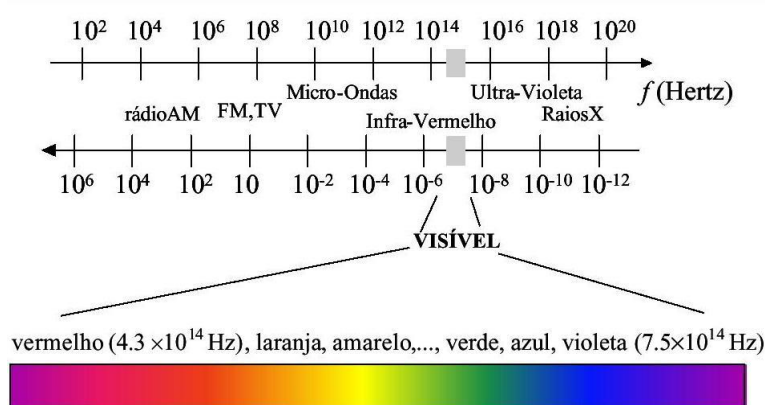


Figura 6. Espectro de luz visível. Fonte: [https://webserver2.tecgraf.puc-rio.br/~mgattass/fcg/trb11/Roberto\\_Azevedo/main/node1.html](https://webserver2.tecgraf.puc-rio.br/~mgattass/fcg/trb11/Roberto_Azevedo/main/node1.html)

A figura 6 relaciona o espectro da luz visível com suas cores relacionado também com suas frequências.

Por exemplo, a sensação de aquecimento que temos ao sair num dia ensolarado com uma blusa escura é diferente daquela que temos quando estamos com uma blusa clara. A sensação de quente é muito mais intensa na primeira situação do que na segunda, pois a cor escura vem da absorção de todas as radiações, enquanto que a cor clara é reflexão de todas elas.

Temos também alguns materiais que são transparentes para alguns tipos de radiação e opacos para outros, como os vidros, que são transparentes a boa parte da luz visível, mas é opaco à radiação infravermelha devido ao aquecimento das superfícies, por isso os vidros são usados em estufas de alimentos em geral.

### *3.8 O forno solar*

O forno solar é um dispositivo que funciona por intermédio da luz solar, cozinhando alimentos e ou para outras finalidades. Neste trabalho iremos desenvolver um forno solar tipo caixa, como descrito nos anexos deste trabalho. O forno solar em caixa pode ser utilizado para purificar uma certa quantidade de água, esterilizar instrumentos, fazer alguns experimentos entre outras utilizações. A caixa solar é capaz de cozinhar, pois o seu interior é aquecido devido a concentração da energia solar. Relatos mostram que as temperaturas atingidas são até de 120 °C (MELO, 2009 p.59).

Esse tipo de forno recebe calor através da radiação emitida pelo sol, sendo absorvido pela sua base pintada de preto aumentando sua eficiência. A energia é conservada dentro do forno pelas paredes revestidas com materiais refletores mantendo a reflexão dentro do forno. Além do vidro que faz com que o forno se torne também uma estufa, como mostra a figura 7.

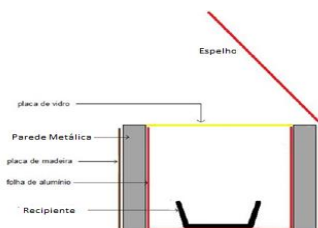


Figura 7 - Esquema do forno solar em caixa. Fonte: [Sempre Sustentavel, www.sempresustentavel.com.br](http://www.sempresustentavel.com.br)

Na Figura 7 percebe-se que as paredes internas são feitas de materiais condutores para facilitar a transferência de energia pelas paredes do forno através de sua condutividade térmica, para os objetos que lá dentro são colocados. Essas paredes são cobertas por um material isolante para que dificulte as trocas de calor com o meio externo favorecendo as trocas de energia dentro do forno. E toda a estrutura é colocada dentro de uma caixa de madeira que também é um isolante térmico, toda esta estrutura é mostrada no conjunto de figuras composto pela figura 4.

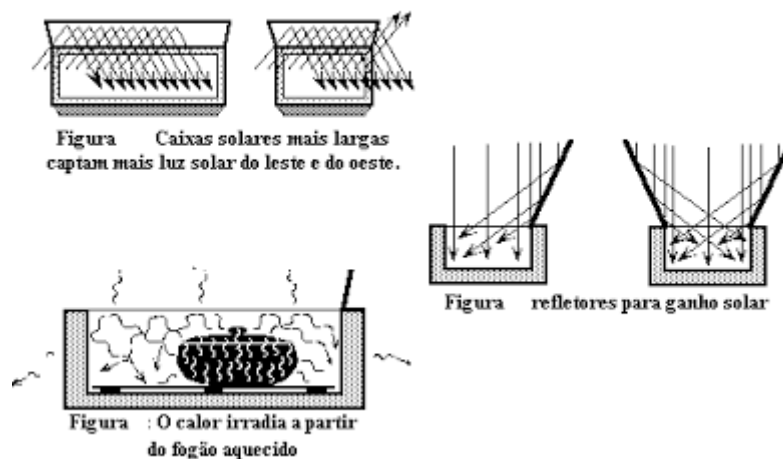


Figura 8 - Processo de absorção de energia no forno solar caixa. Fonte: <http://solarcooking.org/portuques/sbcdes-pt.htm>

Na Figura 8 observa-se a instalação de espelhos acima da estrutura direcionando os feixes de luz para dentro do forno para se obter uma maior concentração de energia dentro do forno. Todas essas características do forno só podem ser explicadas através desse referencial que demonstra as trocas de calor presentes na natureza.

## Capítulo 4

### Desenvolvimento do forno solar

Neste capítulo será apresentado o desenvolvimento da proposta do forno solar (Apêndice 1), mostrando sua aplicação em sala de aula, descrevendo os trabalhos desenvolvidos pelas turmas participantes e relatando como a proposta pode ser aplicada a proposta. Sendo construída a partir dessa descrição, uma sequência didática para o professor (Apêndice 2), com o objetivo de possibilitar a replicação da atividade em outros contextos escolares.

#### *4.1 Desenvolvimento da proposta*

A proposta de se desenvolver o projeto do forno solar em sala visa, além de trabalhar a física presente em seu funcionamento a partir das trocas de calor, estimular nos alunos a prática de trabalho em grupo, a interação entre os pares e, principalmente, o desenvolvimento de características individuais de produção uma vez que o trabalho é dividido em diversas tarefas, distribuídas de maneira democrática possibilitando a escolha do aluno a que grupo irá pertencer.

A atividade do forno solar foi aplicada em quatro turmas do de uma escola pública de ensino médio da capital de Minas Gerais durante os anos de 2015 e 2016. Nesses trabalhos as turmas desenvolveram diferentes tipos de fornos solares, em 2015 foram criados um forno solar em caixa juntamente com um chama solar e uma cozinha solar. Em 2016 foram fabricados outros dois fornos solares em caixa, objetos deste trabalho.

No ano de 2015 o trabalho foi realizado em duas turmas do ensino médio, aqui denominadas 203 e 205. Estas turmas são de uma escola da rede publica estadual, ambas as turmas são do ensino médio regular de curso matutino, sendo a 17 anos idade média dos alunos. As duas turmas tinham perfis parecidos com disciplina, rendimento e socialização satisfatórios.



Dessa maneira o trabalho em 2016 também foi realizado em duas turmas também do segundo ano do ensino médio, aqui nomeadas de 204 e 205. Neste trabalho as turmas possuíam perfis diferentes a turma 204 tinha aprendizagem regular e disciplina e socialização insatisfatórios enquanto a 205 tinha todos os quesitos satisfatórios. O trabalho desenvolvido em 2015 possibilitou uma melhora na proposta a ser desenvolvida no ano seguinte servindo apoio para a proposta desenvolvida neste trabalho.

#### *4.2 Aplicação em 2015*

A chama solar feita pelos alunos da turma 203, chamada de chama solar, foi fabricada a partir de uma mini antena parabólica que tem em seu foco a “chama” que é utilizada para aquecer cozinhar os alimentos.



Figura 9 - Cozinha solar usada para derreter manteiga. Fonte: elaborado pelo autor

Na Figura 9 temos a imagem da “chama solar” usada para derreter a manteiga. Foi o primeiro experimento realizado com a radiação solar. Enquanto os alunos da turma 205 desenvolveram um forno solar em caixa.



Figura 10 - Forno solar em caixa. Fonte: Próprio autor

Na Figura 10 temos o Forno Solar construído em uma caixa pela turma 205. Tais trabalhos serviram de ancoradouro para observação de como o ensino de física por projetos poderia ser utilizada em sala de aula.

A partir deste momento com a análise dos resultados obtidos com os trabalhos desenvolvidos, foi realizada a construção de uma proposta de ensino que possibilitasse tanto ao professor quanto aos alunos uma melhor apropriação do projeto transformando-se então na proposta desenvolvida em 2016, apresentada neste trabalho e nos apêndices no final do texto.

### *4.3 Aplicação em 2016*

A partir do trabalho desenvolvido anteriormente e da busca de uma melhor estruturação do projeto, em 2016 o trabalho foi aplicado para duas turmas do segundo ano do ensino médio, 204 e 205, caracterizadas anteriormente. Nessa nova aplicação foi levada em consideração a metodologia descrita no referencial teórico deste trabalho, como descrito abaixo:

#### **1º Momento:** Pesquisa.

Foi proposta às turmas uma pesquisa sobre a energia solar e seus usos. Mostrando que a energia solar pode ser utilizada de diversas formas, para gerar eletricidade, calor, movimento, entre outras energias, sendo o trabalho após a pesquisa direcionado para a transformação da energia solar em energia térmica.

**2º Momento:** Contextualização do forno solar.

Os alunos realizaram uma pesquisa sobre forno solar, diferentes formas, utilização, tipos, características e aplicação. A fim de que escolhessem qual forno solar seria construído.

**3º Momento:** Escolha do forno solar.

A partir da pesquisa realizada foi feita a proposta de construção do forno solar em caixa, que poderia ser construído com materiais de fácil acesso e baixo custo.



Figura 11- Forno Solar Fonte: caixa<https://plenosol.com/page/3>

A Figura 11 apresenta um forno Solar que consiste de uma caixa metálica envolvida com uma caixa de madeira sendo suas paredes laterais revestidas com material refletor e sua parte inferior pintada com tinta preta. Sobre a parte superior é colocado um vidro transparente, junto com um espelho adaptado para o direcionamento da luz solar para dentro da caixa. O seu funcionamento foi descrito no capítulo 3 desta dissertação.

**4ºMomento:** Construção do forno e divisão das tarefas.

Com a escolha do projeto as turmas foram reunidas para a montagem de um cronograma para a construção do forno solar e das tarefas adicionais ao projeto.

Nesse momento do trabalho, foram distribuídas as tarefas e formados os grupos de alunos. As tarefas foram definidas a partir do perfil dos alunos e das ferramentas disponíveis para execução do projeto pelas turmas, cada grupo tinha entre 5 a 7 alunos. Sendo dividido da seguinte maneira:

1º Grupo. Responsável pela confecção, montagem e teste do forno solar.

Esse grupo ficou responsável pela produção do forno solar junto com um manual de construção (Apêndice 1), mostrando os passos de sua elaboração de forma clara e objetiva.

2º Grupo. Apresentação do trabalho.

Esse grupo ficou responsável pela apresentação do forno solar a comunidade, por meio da reunião de textos produzidos pelos mesmos ou de pesquisas adicionais sobre o forno solar, abordando os temas referentes a utilização do forno solar. A apresentação dessa tarefa foi feita através da criação de um blog pela turma 204 e um site pela turma 205.



Figura 12 - Print blog desenvolvido pela turma 204 Fonte: elaborado pelos autores

Na Figura 12 apresenta-se um *print* do Blog desenvolvido pelos alunos que pode ser acessado no link <http://forno204solar.blogspot.com.br/>. No Blog é

descrito o processo de construção do forno Solar, conceitos de sustentabilidade e de como construir esse tipo de forno.

3º Grupo. Apresentação do trabalho.

Esse grupo ficou responsável pela apresentação do forno solar a comunidade, a partir da criação de um folder descritivo do trabalho, mostrando temas acerca do forno solar e sua possível criação por qualquer pessoa.

Na Figura 13 consta o folder desenvolvido pelos alunos para a apresentação do Forno Solar. Nele está descrito todo o processo de construção, bem como sua utilidade e função além dos conceitos de energia solar e sustentabilidade.

- Coloque o vidro sobre as caixas.  
  
(É importante ter o vidro por cima, pois os raios solares se refletem na tampa da caixa, no caso o vidro, formando assim o efeito estufa).
  
- Coloque o espelho inclinado sobre a lateral das caixas.  
  
(O espelho deve ser colocado, pois ele irá ter a função de refletir a luz solar para dentro da caixa).

Sustentabilidade

O interessante deste sistema é que pode ser feito em casa, e com muitos materiais que talvez você já possua.

Vantagens:

- Uso de energia limpa, não poluente.
- Baixo custo de fabricação do fogão, pois, é feito com materiais reutilizados. De fácil fabricação.
- A comida não queima! A temperatura dentro do fogão pode alcançar cerca de 100°C.

As desvantagens por sua vez são:

- Quando não há sol, à noite, por exemplo não é possível utilizá-lo.
- O tempo que demora a cozinhar alimentos é muito grande e devido a isso não é possível fritar, grelhar os alimentos.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a utilização do fogão solar por 30% da população brasileira reduziria anualmente a extração de lenha para cozimento de alimentos em 5.370.000 m<sup>3</sup>, uma quantidade significativa.

# FORNO SOLAR



\* O que é ?

\* Como Funciona ?

\* Como Fazer ?

### O que é energia solar?

Energia solar é aquela proveniente do Sol (energia térmica e luminosa). Esta energia é captada por painéis solares, formados por células fotovoltaicas, e transformada em energia elétrica ou mecânica. A energia solar também é utilizada, principalmente em residências, para o aquecimento da água.

### O que é um Forno Solar?

O forno solar nada mais é do que uma estufa com cobertura transparente para dar passagem aos raios do sol e impedir que o calor saia; ou seja, uma caixa térmica receptora e concentradora de raios solares. O projeto básico normalmente é montado com duas caixas, uma dentro da outra, separadas por um isolante térmico. No fundo da caixa menor (interna) usa-se uma chapa de metal pintada de preto fosco e nas paredes dessa caixa usa-se material reflexivo (exemplo: papel alumínio, espelho, aço inox, etc.). Na tampa usa-se um material transparente (vidro ou plástico próprio para cozinhar alimentos).

### Como Funciona?

O forno solar não usa gás, nem lenha, nem energia elétrica: o calor que cozinha o alimento vem diretamente do sol, cujos raios multiplicam-se ao encontrar as superfícies espelhadas do forno. Claro que, apesar de atingir temperaturas surpreendentes, possibilitando assar um bolo em uma hora e meia, o forno solar é totalmente dependente da condição climática e, portanto, não dá para achar que um dia todas as pessoas terão um casa.

### Como Fazer?

#### O que será preciso:

- Chapa de Aço Galvanizado, transformada em caixa com dimensões (60x40x20)cm .
- Tinta Preta .
- Madeira para dar acabamento ao forno .
- Pregos .

### Construindo:

- Primeiro deve - se pintar a caixa de metal.  
(A cor preta a qual a caixa será pintada absorve a luz solar e a converte em radiação infravermelha).
- Depois, uma caixa de madeira deverá ser feita com dimensões de 1cm a mais que as dimensões da caixa de metal .
- Feito isso, deve-se colocar a caixa de metal dentro da caixa de madeira .
- Em seguida, deve-se pintar a caixa de madeira também com a cor preta .
- Logo após, fixe a caixa de madeira com a de metal .

Figura 13 - Folder forno solar turma 205. Fonte: Próprio autor

#### 4º Grupo. Apresentação do trabalho.

Esse grupo ficou responsável pela apresentação do forno solar à comunidade por meio de um banner que, assim como o folder, fosse capaz de transmitir informações gerais acerca do forno solar e de sua utilização.

# ENERGIA SOLAR

O sol é uma fonte inesgotável de energia térmica. O homem vem aproveitando esta forma de energia ecológica basicamente de três principais formas: aquecimento de água (coletores solares), geração direta de energia elétrica (painéis fotovoltaicos corrente contínua para armazenamento em baterias) e fogão solar. Energia solar é aquela proveniente do Sol (energia térmica e luminosa).

Esta energia é captada por painéis solares, formados por células fotovoltaicas, e transformada em energia elétrica ou mecânica. A energia solar também é utilizada, principalmente em residências, para o aquecimento da água.

## SUSTENTABILIDADE

O uso da energia solar para o preparo de alimentos apresenta uma série de benefícios, como a economia de dinheiro, uma vez que pode ser feito a partir de materiais de baixo custo, mas além disso trouxe conforto para várias regiões do planeta, sobretudo em áreas mais pobres. Não agride ao meio ambiente, pois utiliza uma fonte renovável de energia, além de evitar o uso de outras fontes mais poluentes, ou seja, apresenta sustentabilidade. Não há risco dos alimentos queimarem como nos fogões convencionais.

### UTILIZAÇÃO DO FORNO SOLAR

O forno solar não usa gás, nem lenha, nem energia elétrica: o calor que cozinha o alimento vem diretamente do sol, cujos raios multiplicam-se ao encontrar as superfícies espelhadas do forno. Claro que, apesar de atingir temperaturas surpreendentes, possibilitando assar um bolo em uma hora e meia, o forno solar é totalmente dependente da condição climática e, portanto, não dá para achar que um dia todas as pessoas terão uma casa



### COMO FAZER UM FORNO SOLAR



- 1 CAIXA DE PAPELÃO (EXTERNA)
- 2 CAIXA DE PAPELÃO (INTERNA)
- 3 PREENCHA O VAZIO ENTRE AS CAIXAS COM TIRAS DE "JORNAL"
- 4 CUBRA TUDO COM FOLHA DE PAPEL ALBINO DEIXANDO O INTERIOR PRONTO A RECEBER O ALIMENTO
- 5 COLOQUE O ALIMENTO NO INTERIOR E CUBRA COM UM VIDRO (TIPO "THERMEX")
- 6 COLOQUE O SEGUNDO VIDRO, EXPONHA AO SOL E OBSERVE O COZIMENTO

A PANELA DE PAPEL E BEBÊE ... :)

Figura 14 - Banner desenvolvido turma 205. Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 14 oferece detalhes do Banner elaborado pelos alunos. Nele também é descrito o processo de construção do Forno Solar, juntamente com o funcionamento e a utilidade.

<p><b>Energia solar</b> É aquela proveniente do sol. É captada por painéis solares formados por células fotovoltaicas, e transformada em energia elétrica</p>	<p><b>Sustentabilidade</b> São atividades humanas que visam o cuidado atual do ambiente atual para um melhor futuro das gerações</p>
<p><b>Forno Solar</b> É uma caixa preta com tampa de vidro e abas refletoras</p>	<p><b>Como funciona ?</b> O fundo preto absorve a luz solar e converte em radiação infravermelha, que não passa pela tampa de vidro, criando um "efeito estufa"</p>
<p><b>Vantagens</b> -Uso de energia limpa, não poluente -Fácil fabricação -A temperatura pode chegar até 150°C -Custo zero no cozimento de alimentos</p>	<p><b>Desvantagens</b> -Depende da energia solar -Necessita de atenção na montagem do forno - Não chega a altas temperaturas -Não suporta grande quantidade de alimentos</p>





Figura 15 - Banner desenvolvido pela turma 204. Fonte: elaborado pelo autor

A Figura 15 apresenta o Banner desenvolvido pelos alunos com informações sobre as funções do forno solar. Também apresenta sua configuração sustentável para o meio ambiente e sua utilidade prática.

5º Grupo. Apresentação do trabalho.

Esse grupo ficou responsável pela apresentação do forno solar à comunidade por meio de um vídeo clipe com as etapas de construção do forno, produzindo dessa maneira um manual em forma de vídeo.



Para que a atividade transcorresse de maneira satisfatória, todos os grupos elaboraram um cronograma de desenvolvimento da tarefa, levando em consideração o tempo para entrega no âmbito do bimestre, março/abril, sendo considerado um conjunto de 10 aulas. Para tanto, os grupos produziram um caderno de campo para o registro das atividades desenvolvidas e um relatório final, para avaliação.

**5º Momento:** Entrega das tarefas e avaliação do trabalho.

Nessa etapa os alunos fizeram a entrega das tarefas descritas anteriormente.

A aplicação do projeto levou a construção de uma sequência didática para construção do forno solar juntamente com seus subprodutos, apresentada no apêndice 2 deste trabalho, para consulta e aplicação por outros professores.

## Capítulo 5

### Avaliação do projeto pelos alunos

Observou-se que é muito importante que durante o processo de ensino aprendizagem se leve em conta a avaliação dos alunos em relação às atividades desenvolvidas em sala de aula. Neste capítulo é feita uma breve análise da opinião dos alunos sobre a participação no projeto. Esta análise foi feita a partir da aplicação de um questionário (apêndice 3), possibilitando uma melhor compreensão sobre a aplicação do ensino por projetos.

#### *5.1 Análise do questionário*

Todos os grupos entregaram as tarefas distribuídas de forma satisfatória e no tempo descrito no cronograma de tarefas, cada grupo tinha entre 5 a 7 integrantes. As tarefas realizadas pelos grupos foram descritas no capítulo anterior.

Após a apresentação dos produtos de todos os grupos, foi feita uma pesquisa com os alunos (Apêndice 3) sobre a satisfação em participar da

atividade. O questionário foi semiestruturado de maneira a colher informações dos alunos quanto ao aprendizado e o quanto a atividade proporcionou e sua motivação em participar do projeto. Todos os participantes responderam o questionário, num total de 63 alunos. No questionário (Apêndice 3), eles tinham que se identificar, mas como o questionário não era algo avaliativo eles tinham total liberdade para serem sinceros.

O questionário foi dividido em eixos; o primeiro eixo trata de uma apreciação geral do projeto: “O que você mais gostou”? Sendo subdividida em três itens: “fazer o forno”, “descobrir a física”, “participar da apresentação”. Nessa questão o aluno indicava o quanto ele havia gostado nas atividades desenvolvidas, nas gradações: muito, médio ou não me interessei. O resultado desta questão encontra-se distribuído na tabela a seguir:

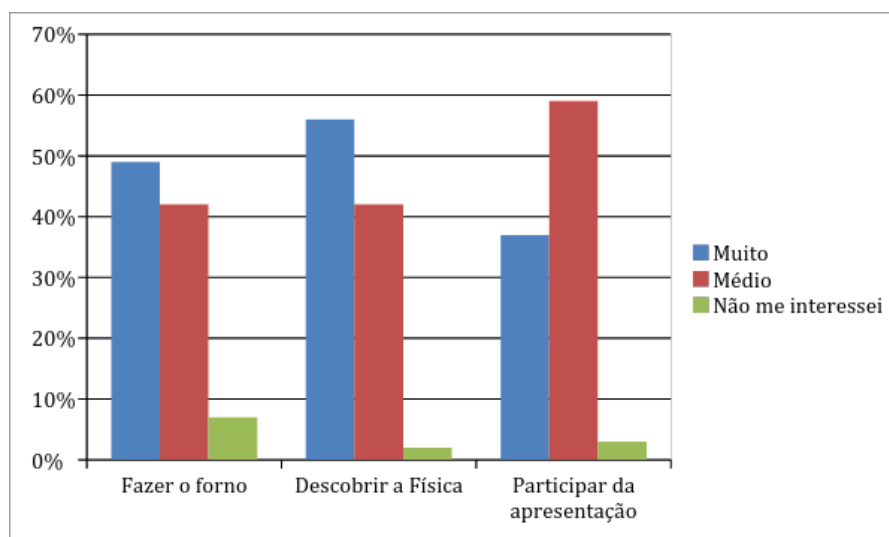
Tabela 1 Avaliação da atividade

O que você mais gostou?	Muito	Médio	Não me interessei
Fazer o forno	49%	44%	7%
Descobrir a física	56%	42%	2%
Participar da apresentação	38%	59%	3%

Na Tabela 1 o resultado mostra que a atividade agregador despertou um alto índice de interesse na turma, uma vez que o índice máximo de desinteresse foi de 7%. Na construção do forno observa-se que 49% gostaram muito e 39 % gostaram médio em participar. Também pode-se notar que pela avaliação dos alunos a ferramenta de ensino por projetos possibilita uma melhor concepção em descobrir os conceitos físicos pois mais de 90% dos alunos gostaram de descobrir a física envolvida no projeto de construção do forno solar, enquanto apenas 2% não se interessou.

Dentre as tarefas de apresentação do forno também verifica-se um resultado satisfatório, pois 38% disseram que gostaram muito em participar da apresentação dos trabalhos 59% gostaram médio e apenas 3% não se interessaram.

Gráfico 1 Gráfico da avaliação da atividade.



O gráfico 1 representa o grau de satisfação e interesse dos alunos na atividade. As gradações em azul e vermelho representam a satisfação “média” e “muito” em relação atividade, o que sistematiza uma boa aceitação da proposta pelos alunos.

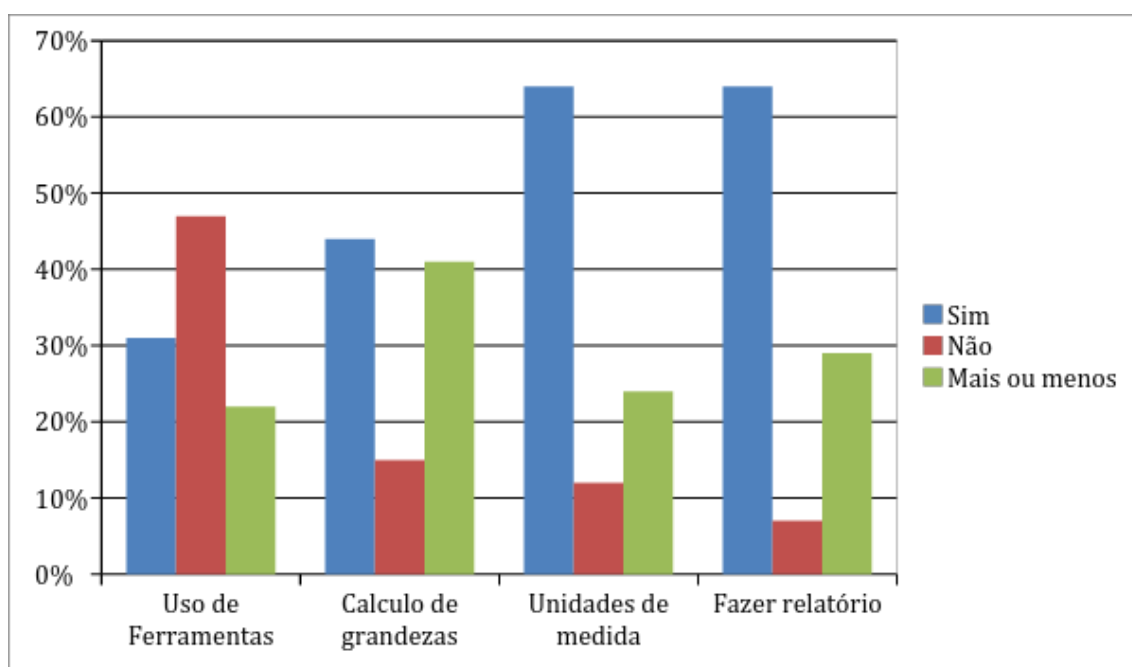
No segundo eixo foi avaliado possíveis habilidades que os alunos poderiam adquirir ao participar da atividade, sendo a pergunta direcionada pela frase “Fazendo o forno”, com quatro perguntas: “aprendi a usar ferramentas (martelo, alicate, outras)”, “aprendi a calcular (energia, calor, temperatura, outras)”, “aprendi unidades de medida” e “aprendi a fazer um relatório”. Nas respostas os alunos poderiam marcar: sim, não, ou mais ou menos. O resultado encontrado está descrito na tabela a seguir.

Tabela 2 Tabela com índice de desenvolvimento adquiridos com a atividade.

“Fazendo o forno”	Sim	Não	Mais ou menos
Aprendi a usar ferramentas (martelo, alicate, outras)	31%	47%	22%
Aprendi a calcular (energia, calor, temperatura, outras)	44%	15%	41%
Aprendi unidades de medida	64%	12%	24%
Aprendi a fazer um relatório	64%	7%	29%

Ressalta-se que com o desenvolvimento do projeto os alunos puderam desenvolver algumas habilidades para a sua formação prática. A Tabela 2 permite advertir que 64% indicaram que aprenderam a fazer um relatório e a utilizar as unidades de medida corretamente. Há também um número satisfatório relacionado ao ato de calcular grandezas físicas como energia, calor, temperatura entre outras onde 44% relataram que aprenderam, enquanto apenas 15% relataram que não aprenderam e o restante que aprenderam mais ou menos.

Gráfico 2 Gráfico com índice de desenvolvimento adquiridos com a atividade.



No gráfico 2 sobre a aprendizagem dos alunos, pode-se verificar que as atividades com maior índices de aprovação foram: o uso de unidades de medida e na elaboração de relatórios, ferramentas que foram desenvolvidas ao longo das aulas formais e do desenvolvimento do projeto. Observa-se também que metade dos alunos conseguiu aprender o uso de ferramentas e cálculos de grandezas.

No terceiro eixo, foi avaliado o conhecimento em física adquirido pelos alunos a partir da atividade desenvolvida, direcionado pela pergunta: “O que você aprendeu sobre física?”.

Algumas das respostas estabelecidas pelos alunos estão transcritas abaixo:

- Aluno LCG, *“Que a física pode facilitar a vida no cotidiano. Aprendi sobre o efeito estufa e que o sol pode cozinhar comida”.*
- Aluno LRSP, *“Que a luz solar pode servir de várias utilidades a nosso favor, além de trazer luz ao nosso planeta também pode ser utilizada para esquentar ou cozinhar certos alimentos.”*
- Aluno ARPN, *“A física tem grande importância no nosso cotidiano, e observar sua atuação e aprender com ela, aprender o comportamento do calor e suas várias formas de troca”.*
- Aluno VAC, *“Aprendi sobre todos os tipos de energia que não prejudicam o mundo e sobre que podemos criar para melhorar o meio ambiente”.*
- Aluno ACMC, *“Que a física pode ser além de contas difíceis (sério muito, muito difíceis mesmos), que abordou que um forno é quase igual ao efeito estufa e se tiver em clima bom dá para cozinhar comida”.*
- Aluno GMR, *“Que não precisamos de ter exatamente uma chama de fogo para esquentar ou assar algo e sim uma caixa confeccionada para usar as radiações do sol a favor do cozimento de algo”.*
- Aluno TEST, *“Que com ela, existem outras formas de definirem o que dá pra fazer, como por exemplo o forno solar, feito na escola, onde pudemos perceber isso quando fazemos montagem do forno com matérias reutilizadas”.*
- Aluno LHAM, *“Aprendi que é possível obter calor e energia somente com os raios solares, e utilizá-los para outros fins”.*
- Aluno YCO, *“Aprendi fazer cálculos novos, aprendi também a possibilidade de montar um forno a mão, usando poucos e baratos itens, com a ajuda do efeito estufa e do sol”.*
- Aluno LFR, *“Eu aprendi que o forno solar contribui para a sustentabilidade por não usar gás nem lenha e nem energia elétrica para*

*funcionar, pois se utiliza somente o calor que vem do sol e ajuda no efeito estufa”.*

- Aluno JK, *“Que não é tão simples como se parece e que sempre a coisas novas para serem aprendidas”.*
- Aluno TKSC, *“Eu aprendi que com um pedaço de madeira, espelho tinta preta, você pode fazer um forno solar sem precisar de energia elétrica e gás, só apenas com a energia solar quando é focada e transmitida gera energia”.*
- Aluno LSFL, *“Aprendi a utilizar a física como meio de produção em fazer um objeto econômico, que pode ser utilizado totalmente ecológico”.*

Um dos principais objetivos na proposta de aprendizagem por projeto é aproximar a física dos conhecimentos tácitos relacionados a física, existentes no cotidiano do aluno. Observando as respostas dos alunos pode-se afirmar que esse objetivo foi alcançado. Salienta-se que, além desse objetivo foi alcançada a proposta de que se fosse criado um ambiente ara que o aluno percebesse de forma clara os conhecimentos formais da disciplina dentro da proposta do projeto de desenvolvimento do forno solar.

No quarto eixo foi solicitada a opinião dos alunos sobre a atividade desenvolvida. A pergunta orienta o aluno a expressar as opiniões relacionadas ao seu aprendizado com a atividade. Alguns alunos ofereceram a seguinte resposta:

- Aluno LRSP, *“Eu achei muito interessante esta experiência porque estamos acostumados a lidar com meio tecnológico e às vezes nem nos damos conta do que a energia solar pode nos proporcionar”.*
- Aluno ARPN, *“A atividade sobre o forno, deu a nós uma grande noção do sol para nossa vida, e como podemos utilizar dele para ajudar o meio ambiente”.*
- Aluno ACRF, *“Foi uma atividade muito interessante, que nos proporciona melhor conhecimento sobre as transferências de calor e sobre as ferramentas da física que nos ajuda a entender os problemas do efeito estufa”.*

- Aluno LCLJ, *“Muito legal, eu, por exemplo, fiquei animada para ver o resultado da experiência que a água se aquecendo, usando o sol como energia para se aquecer”*.
- Aluno YCO, *“Achei muito interessante a forma do forno, nunca tinha visto ou pensado em algo assim.*
- Aluno LFR, *“Achei bastante interessante a atividade pois foi criado um meio de cozinhar alimento sem utilizar nenhum meio que pode trazer dano ao meio ambiente”*.
- Aluno GCCV, *“Uma atividade que nos trás interesse e nos ensina”*.
- Aluno VHNM, *“ Gostei bastante pois o professor possibilitou não só a criação do forno, mas permitiu que criássemos outros produtos para serem incluídos no projeto, como banner, site e folder”*.
- Aluno GIJ, *“Foi uma atividade bem interessante, pois aprendemos como construir um forno solar, assim com a sua utilização podemos contribuir para acabar com a retirada de árvores para queima”*.
- Aluno DBA, *“Muito boa, criativa e interessante de fazer, pois é uma atividade que é feita para não poluir o meio ambiente, e o bom é que você descobre coisas novas em grupo, ainda também saber viver em sociedade”*.

Percebe-se a partir das respostas dadas que a interação dos alunos com a atividade foi estabelecida com integração de ideias e ações de maneira harmoniosa. Esse *feedback* demonstra que a atividade contribuiu para interação professor-aluno, fomentando uma aprendizagem compartilhada por todos: alunos com alunos e alunos com professores. Pode-se afirmar que essa é uma percepção de aprendizagem significativa.

As descrições que os alunos proporcionam dos seus próprios processos de aprendizagem demonstra o potencial de uma pedagogia baseada em projetos. As possibilidades interpretativas do aluno auxiliam a construção de significados distintos. É certo que também, o mesmo ensino dirigido a um grupo de alunos pode dar lugar a interpretações muito diferentes e, conseqüentemente, à construção de significados também muito distintos em profundidade e em amplitude, segundo a intenção com a qual tais alunos participam da atividade.

A motivação de um aluno perante uma atividade que objetiva a aprendizagem significativa pode ser considerada o resultado de uma série de processos sobre os quais deve-se questionar. Fomentar a motivação, o modelo de apresentação da tarefa, a interpretação que o aluno faz da atividade em função de fatores socioculturais já estabelecidos em seu imaginário, seus hábitos de trabalho e de estudo. Tudo isso pode ser considerado fundamental à consolidação da aprendizagem significativa.

Os sentidos que os alunos atribuem a uma tarefa escolar, e, conseqüentemente, os significados que podem construir a respeito, não estão determinados apenas por seus conhecimentos, habilidades, capacidades ou experiências prévias. Também não se relacionam exclusivamente com os conhecimentos teóricos oferecidos pelo professor. Esse sentido pode ser estabelecido em uma complexa dinâmica de intercâmbios comunicativos que se estabelece antes, durante e após a proposta pedagógica.

A aprendizagem significativa esperada com a atividade do forno solar consiste no intercâmbio de informações, presente na situação de ensino e de aprendizagem. Essa aprendizagem pode ser definida progressiva e conjuntamente de acordo com a atribuição de sentido pelo aluno.



## Capítulo 6

### Conclusão

A aprendizagem do aluno deve ser o principal objetivo a ser buscado pela educação, e dessa maneira a prática docente não pode ser realizada sem uma reflexão das ações em sala de aula. O professor deve estar sempre atento a novas formas de interação com o aluno e seu universo. A busca pela aprendizagem significativa passa pela criação de condições para que o aluno consiga fortalecer os conceitos que já sabe com os novos conhecimentos a serem adquiridos. Dessa maneira, neste trabalho mostrou-se um exemplo de ensino por projetos como aliado na busca da aprendizagem significativa.

A prática de ensino por projetos consolida nos alunos características que potencializam a aprendizagem, como independência na busca pelo conhecimento, criatividade na busca de soluções para os problemas, responsabilidade para a entrega do trabalho no tempo hábil, entre outras características importantes na formação do aluno. Tudo isso, gera também um ambiente favorável para a realização da aprendizagem significativa, através das tarefas de criação do trabalho que relacionam o conhecimento dos alunos com os conhecimentos formais da disciplina na construção do projeto.

Neste trabalho relatamos a uma proposta uma proposta de construção de um forno solar orientada por um projeto de ensino, mostrando desde sua estruturação, até a sua aplicação em sala de aula, evidenciando o que pode ser abordado em um projeto de ensino, sua estruturação e como o mesmo pode ser usado como ferramenta na busca da aprendizagem significativa. O trabalho foi aplicado de maneira a diversificar as tarefas a serem realizadas pelos alunos buscando uma maior participação dos alunos, de tal modo que cada um pudesse escolher o grupo de trabalho que melhor se identificasse. Consideramos que esse processo foi um dos fatores que favoreceu o sucesso da atividade nas turmas.

O projeto contou, para além da construção do forno solar, com atividades paralelas – como criação de blogs, site, folders, banners, apresentação em vídeo - que possibilitaram aos alunos um maior contato com o conhecimento envolvido no forno solar em cada fase de ser desenvolvimento.

Isso possibilitou um maior envolvimento do aluno com o projeto e com os temas estudados para a construção do mesmo. Consideramos os resultados do trabalho satisfatórios, pois todos os grupos entregaram as tarefas a serem cumpridas, e sendo observadas também nas respostas dos alunos ao questionário de avaliação do projeto.

A aprovação da atividade pode ser comprovada não somente pelos trabalhos entregues pelos alunos, mas também pela avaliação da atividade feita pelos alunos ao final do processo, onde boa parte da turma demonstrou que aprendeu e gostou de realizar o projeto de construção do forno solar, podendo aprender e conciliar os conhecimentos formais de sala de aula com a prática na construção do forno. Observamos com isso que a Física pode estar muito mais próxima do cotidiano dos alunos do que eles imaginam.

Portanto, podemos concluir que a metodologia de ensino por projetos é uma grande ferramenta na busca da aprendizagem significativa dos alunos, que deve ser o principal foco na prática docente, porque, conforme descrito anteriormente, cria e estimula nos alunos a criatividade, a independência, a responsabilidade e, principalmente, um ambiente favorável para que a aprendizagem aconteça.

## 7. Referências

- ABRANTES, P. Trabalho de projetos e aprendizagem da matemática. In: **Avaliação e Educação Matemática**, RJ:MEM/USU – GEPEM, 1995
- ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. **Processo de ensinagem na universidade**: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. Joinville, SC: Univille, 2004
- AUSUBEL, D.P. (2000). **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 210p.
- BOUTINET, J. P. **Antropologia do Projeto**. Porto Alegre: Artmed, 2002
- BRASIL, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei 9.394, de 20/12/1996.
- BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciência da Natureza e Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2000.
- DEWEY, John. **Como Pensamos**: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo, uma exposição. Tradução de Haydée Camargo Campos, 4. ed. São Paulo: Editora Nacional, 1968.
- ESPÍNDOLA, K. A **pedagogia de projetos como estratégia de ensino para alunos da Educação de Jovens e Adultos**: Em busca de uma aprendizagem significativa em Física. 2005. 207f.. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- FOURIER Jean B.J, *Théorie Analytique de la Chaleur* (Firmin Didot, Paris, 1822). Disponível em <http://www.e-rara.ch/doi/10.3931/e-rara-19706>. Acesso em jun. 2016
- GRAF, J. **Física**. v.2. São Paulo: Ed USP. 2001.
- HERNÁNDEZ, F. & VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho**: o conhecimento é um caleidoscópio. Porto Alegre: ArtMed, 1998
- HEWITT, Paul, G. **“Fundamentos da Física Conceitual”**; Ed. Bookman. RG. 1ª 2008.
- MARTINS, Jorge Santos. **O trabalho com projetos de pesquisa**: do ensino fundamental ao ensino médio. 5 ed. Campinas, SP: Papirus, 2007.
- MELO, Aroldo Vieira de. **Projeto, construção e análise de desempenho de um forno solar alternativo tipo caixa a baixo custo**. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

MOREIRA, M.A. e Masini, E.A.F.S. (2006). **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro Editora. 2ª ed. 83p

NEHRING, C. M. et.al. As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.2, n.1, p. 1-18, 2002

PACHECO, M. M. D. R. **Currículo, interdisciplinaridade e organização dos processos de ensino**. Fundação Hermínio Ometto / Uniararas, 2007.

PIAGET, J. (1976). **A equilibração das estruturas cognitivas**. Rio de Janeiro: Zahar Editores. 175p.

SASSERON, L. H. (2008). **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. Tese de doutorado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SASSERON, L.H. & Carvalho, A.M.P. (2011). Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de Alfabetização Científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, 17(1), 97-114.

## Apêndice 1

### Construindo o forno solar

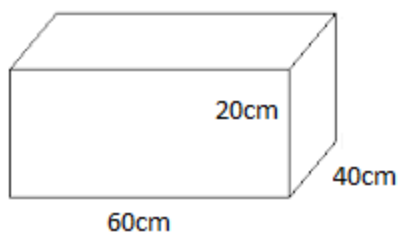
#### Manual de Construção

Este material visa possibilitar a professores e alunos que queiram construir um forno solar em caixa. Aqui se encontra uma lista de material necessária para a criação do forno junto um passo a passo para a sua construção, mostrando as etapas de construção. ao final do projeto tem também sugestões de experimentos para o teste do forno produzido.

Para a construção do forno solar em caixa, são necessários:

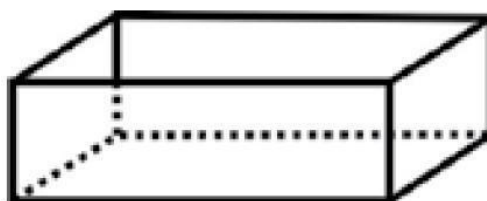
- ✓ 1 placa de aço, ou material condutor nas dimensões desejadas. Em nosso trabalho utilizamos uma placa de aço galvanizado nas dimensões de 80cm por 60cm.
- ✓ Placas de madeiras para a construção da caixa do forno, podendo ser placas de madeiras reutilizadas.
- ✓ 1 vidro nas dimensões do forno desejado. Neste trabalho utilizamos uma placa de 60cm por 40cm. E um espelho nas mesmas dimensões.
- ✓ Lã de vidro ou qualquer material isolante para ser colocado entre a estrutura de madeira e a caixa de aço.
- ✓ Tinta preta para a pintura do fundo do forno
- ✓ E papel alumínio para acabamento do forno em suas paredes internas.

De posse dos materiais, transforme a placa de aço, ou material condutor em uma caixa. Neste trabalho sugerimos as dimensões 80cm por 60cm dessa maneira é possível montar uma caixa de 60cm de comprimento por 40cm de largura e 20cm de altura, tais dimensões possibilitam a reutilização de madeiras utilizadas para construção de carteiras escolares. Ficando da seguinte maneira:



Fonte: próprio autor

Após este trabalho confeccione uma caixa de madeira a fim de abrigar a caixa metálica produzida. Lembrando que as dimensões aqui são sugestões do autor, sendo dessa forma livres para a criação do forno que lhes pareçam mais viável.



Fonte: próprio autor

Revista o fundo e as paredes da caixa de madeira com o material isolante, e depois coloque a caixa de metal sobre o isolante. Sugere-se a utilização da lã vidro por ser um bom isolante térmico, mas como seu manuseio é muito perigoso assim como seu alto custo, você pode utilizar qualquer outro material que sirva de isolante para ficar entre a madeira e a caixa metálica.

Pinte o fundo do forno com a tinta preta e cole o papel alumínio nas paredes laterais do forno deixando de forma bem lisa a superfície a fim de se aproveitar ao máximo a reflexão em suas paredes.

Coloque o vidro sobre a caixa construída e em seguida produza uma suporte na forma de um triângulo para que segure o espelho inclinado sobre a estrutura, utilize restos da madeira utilizada para a construção da caixa. Agora o seu forno deve ter a seguinte aparência e está pronto para alguns testes.



Fonte: próprio autor

Os testes a serem realizados podem ser:

- ✓ Curva de aquecimento da água.
- ✓ Eficiência na diferentes formas de fornos produzidos.
- ✓ Produção de cozimento de diferentes produtos, como macarrão instantâneo, legumes, salgados assados entre outras atividades.

Lembrando que este trabalho é totalmente desenvolvido pelos alunos, de maneira que o professor seja somente um orientador da atividade, mantendo-se distante mas, ao mesmo tempo, alerta para as dificuldades que possam aparecer, possibilitando que o aluno confeccione o forno da maneira desejada, restando ao professor questionamentos que lhe parecer pertinente acerca do forno produzido. Portanto o forno a ser conseguido por esta atividade tem aparência final:



Fonte: próprio autor



## Apêndice 2

### Sequência didática

Este material é destinado a professores que queiram desenvolver a atividade de criação do forno solar em conjunto com os alunos, mostrando uma sequência de aulas e do projeto a ser desenvolvido em sala.

#### **Sequência do projeto**

A proposta de se desenvolver o forno solar em sala visa desenvolver a física presente em seu funcionamento interagindo com o trabalho em grupo, incrementando as características individuais de cada um no trabalho conjunto. Para tanto o trabalho pode ser dividido numa sequência para possibilitar uma melhor realização das tarefas que cercam o produto.

A ferramenta do ensino através de projetos deve ser utilizada em sala de aula, portanto é necessária a construção de uma proposta de ensino que possibilita tanto ao professor quanto para os alunos uma melhor construção do projeto.

Portanto é necessário dividir as tarefas em cinco momentos diferentes:

#### **1º Momento:** Pesquisa.

Propor à turma uma pesquisa sobre a energia solar e seus diversos usos. Mostrando que a energia solar pode ser utilizada de diversas formas, para gerar eletricidade, calor, movimento entre outras energias, sendo direcionado o trabalho após a pesquisa para o uso da energia solar em energia térmica.

Utilizar perguntas como:

- a) Qual origem da energia solar?
- b) Quais as suas aplicações?
- c) Custo benefício do uso da energia solar?
- d) Qual impacto ao meio ambiente para o uso da energia solar?

As perguntas podem mudar de acordo com a intenção de produto que os alunos e o professor querem obter.

Duração, sugestão de 2 aulas de 50min

**2º Momento:** Contextualização do forno solar.

A partir das respostas colhidas pelos alunos através da pesquisa realizada no primeiro momento, é direcionado aos alunos uma pesquisa sobre fornos solares, diferentes formas, utilização, tipos, características e aplicação. A fim de que após tal momento seja feita a escolha de qual forno solar possa ser construído.

Duração: Sugestão de 2 aulas de 50min

**3º Momento:** Escolha do forno solar.

Neste momento é feita a escolha do forno solar a ser construído pela sala ou grupo, de maneira a possibilitar uma maior interação da turma com o produto a ser obtido.

Sugestão de 1 aula de 50min

**4ºMomento:** Construção do forno e divisão das tarefas.

A partir da escolha do projeto é necessária a montagem de um cronograma para a construção do forno solar e das tarefas adicionais ao projeto. Neste momento do trabalho, os alunos podem escolher em qual grupo quer trabalhar nas diferentes tarefas dentro da a construção do forno, possibilitando que cada um integre o grupo com características que dele for mais próximas.

As tarefas vão de desde a construção do forno até nas diferentes formas de apresentação do produto, sendo a tarefa construída da seguinte forma:

1º Grupo. Responsável pela confecção do forno solar, montagem e teste do forno.

Este grupo ficará responsável pela produção do forno solar junto com um manual de construção, possibilitando que qualquer pessoa seja capaz de construir um forno a partir do material construído por eles.

#### 2º Grupo. Apresentação do trabalho.

Este grupo ficará responsável pela apresentação do forno solar a comunidade, através da reunião de textos produzidos pelos mesmos ou em pesquisas adicionais sobre o forno solar, abordando os temas referentes a utilização do forno solar. Através da criação de um site, ou blog que organize as ideias colhidas pelos mesmos.

#### 3º Grupo. Apresentação do trabalho.

Este grupo ficará responsável pela apresentação do forno solar a comunidade, a partir da criação de um folder descritivo do trabalho, mostrando temas acerca do forno solar e sua possível criação por qualquer pessoa.

#### 4º Grupo. Apresentação do trabalho.

Este grupo ficará responsável pela apresentação do forno solar a comunidade, através de um banner, que assim como o folder seja capaz de informar a comunidade em geral acerca do forno solar e sua utilização.

#### 5º Grupo. Apresentação do trabalho.

Este grupo ficará responsável pela apresentação do forno solar a comunidade, através de um vídeo clipe com as etapas de construção do forno, produzindo desta maneira um manual em forma de vídeo.

Duração sugestão de 10 aulas de 50 min.

#### **5º Momento:** Entrega das tarefas e avaliação do trabalho.

Nesta etapa os alunos fazem a entrega das tarefas divididas no trabalho. Sendo feita também uma auto avaliação da tarefa realizada pela turma.

Duração sugestão de 1 aula de 50 min.

## Apêndice 3

### Construção de um “forno solar”

#### ENTREVISTA ALUNO ENSINO MÉDIO

Prezado aluno, responda às seguintes questões em relação a sua participação na construção do forno solar

1- Escola \_\_\_\_\_ Serie \_\_\_\_\_  
 Nome \_\_\_\_\_

2- “O que Você mais gostou?”

	Muito	Médio	Não me interessei
Fazer o forno			
Descobrir a física			
Participar da apresentação			

3 “Fazendo o forno”

	Sim	Não	Mais ou menos
Aprendi a usar ferramentas (martelo, alicate, outras)			
Aprendi a calcular (energia, calor, temperatura, outras)			
Aprendi unidades de medida			
Aprendi a fazer um relatório			

3- “O que Você aprendeu sobre física”

---



---



---



---

4- “Escreva sua opinião acerca da atividade”

---



---



---



---