

## O FOGÃO/FORNO SOLAR NO ENSINO FUNDAMENTAL: a física enculturada e contextualizada

## O COOKER/SOLAR OVEN IN FUNDAMENTAL TEACHING: the encultured and contextualized physics

Michael Hermann Garcia Teixeira - UNIGRANRIO<sup>1</sup>

### RESUMO

A pretensão deste estudo é refletir sobre a discussão que acerca sobre a contextualidade do Ensino de Física, sobretudo para discentes dos 8º e 9º anos, últimos anos do ciclo do Ensino Fundamental, na passagem de uma prática docente em duas escolas situadas no sertão sergipano. Conteúdos sobre óptica geométrica, termologia, calor e escalas termométricas foram trabalhadas através do processo de enculturação científica. Além disso, realizou-se uma pesquisa bibliográfica considerando as contribuições de autores como SOARES (2001), MORTIMER (1994), GARCIA (2013 e 2015), CASTELLAN (1997), COMETTA (1982), HALLIDAY, RESNICK e WALKER (2006) entre outros, procurando entrelaçar não só a contextualização e o cotidiano, mas o conhecimento prévio e empírico dos discentes sobre os conteúdos científicos a serem trabalhados através do aparelho sustentável em questão.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Contextualização. Fogão/Forno Solar. Enculturação científica.

### ABSTRACT

The aim of this study is to reflect on the discussion about the contextuality of Physics Teaching, especially for students from the 8th and 9th years, the last years of the Elementary School cycle, in the passage of a teaching practice in two schools located in the Sergipe sertão. Contents about geometric optics, thermology, heat and thermometric scales were worked through the process of scientific enculturation. In addition, a bibliographic research was carried out considering the contributions of authors such as SOARES (2001), MORTIMER (1994), GARCIA (2013 and 2015), CASTELLAN (1997), COMETTA (1982), HALLIDAY, RESNICK and WALKER (2006) Among others, trying to interweave not only the contextualization and the everyday, but the students' previous and empirical knowledge about the scientific contents to be worked through the sustainable apparatus in question.

**Keywords:** Physics Teaching. Contextualization. Solar Cooker/Oven. Scientific enculturation.

DOI: 10.21920/recei7201739507523

<http://dx.doi.org/10.21920/recei7201739507523>

---

<sup>1</sup> Químico licenciado pela Faculdade Pio Décimo - SE, registrado pelo Conselho Regional de Química do Rio de Janeiro, que leciona conteúdos de Química e Física nos Ensinos Fundamental, Médio e Superior. Chef executivo de cozinha e confeitaria especializado pela Escola Superior de Gastronomia Cândido Mendes, possui vários artigos em revistas indexadas e é autor de quatro livros, e sempre trabalhou em espaços interdisciplinares e não formais de ensino, como a cozinha. No momento, além de ser tutor presencial da Licenciatura em Química da UENF/Fundação Cederj, é professor conteudista de Química e Física em três colégios privados: Sistema de Ensino Resolve (Nova Friburgo/RJ), Progresso-Rede Objetivo (Teresópolis/RJ) e do Sistema Único Centro Educacional - GPI Duque de Caxias/RJ. E-mail: [magister.qui@bol.com.br](mailto:magister.qui@bol.com.br)

## INTRODUÇÃO - A FÍSICA FORA DO SEU ESPAÇO FORMAL

O presente trabalho tem como tema a contextualização do ensino de Física no 2º segmento do Ensino Fundamental, em seus anos finais através do processo de enculturação científica, aliando-se ao uso de uma fonte de energia renovável e limpa, além de aliar conhecimentos de cocção de alimentos com os fenômenos físicos conhecidos e explicitados nos compêndios de Física como a termologia, óptica geométrica, quantidade de calor e escalas termométricas.

Menciona-se também a capacidade de letramento empírico-científico do discente do Ensino Fundamental em seus anos finais<sup>2</sup>, necessários para a sedimentação dos conteúdos, aliados a uma nova experiência de ensino/aprendizagem em espaços “alheios” à formalidade da escola (SOARES, 2001).

O objetivo geral deste estudo é ensinar certos conteúdos da Física, no seu primeiro contato com discentes no início de sua fase adolescente, fora do seu espaço formal de ensino, ou seja, a sala de aula. Utilizando-se tal espaço não formal de ensino proposto e conformado pelo fogão/forno solar, juntamente com técnicas de cocção compatíveis, e que são, empiricamente, conhecidas pela maioria dos discentes. Serpa (2006) coloca que tal espaço não formal se configura não apenas como um a transversalidade, mas como um método. Garcia (2015) explicita melhor o método que é configurado através de um

(...) o espaço metadisciplinar, ou seja, o tema transversal proposto, enquanto a Química - como as demais ciências - seus conteúdos ministrados dentro dos espaços formais e não formais, torna-se um campo interdisciplinar por excelência. O senso comum metadisciplinar e o meio (ou o método) para se chegar a um produto interdisciplinar através do subsídio do letramento científico (...) (GARCIA, 2015, p. 17).

Neste caso, o autor referido coloca que método transversal como percurso para o estudo e o fazer docente através de uma técnica de cocção de alimentos com energia renovável e que não utiliza combustíveis fósseis.

Mas como não mencionar sobre metadisciplina referenciada por Serpa (2006), sem fazer a ponte necessária com o letramento. Garcia (2015) referenciando alguns autores como Soares (2001) e Sasseron e Carvalho (2011) coloca o significado etimológico do verbete “letramento” em que nasce outro que se consolidará como tema chave.

Porem, pela própria etimologia do verbete “letramento”, o mesmo vem de “literacy”, que pode ser (e foi) traduzido erroneamente como “processo de letrar”, o que não é verdadeiro. “Literacy”, verbete traduzido em sua essência em português significa “enculturar” ou “enculturação”. O que é mais apropriado para o ato de cozinhar, que vai além do ‘letramento científico’, pois possui uma carga de culturas, superstições e histórias que podem ser corroboradas ou refutadas pelas ‘ciências’. (GARCIA, 2015, p. 21).

Neste aspecto, não será a cozinha o espaço não formal, mas o espaço onde tal técnica de cocção renovável irá se processar, com o auxílio de toda carga cultural (ou melhor dizendo,

---

<sup>2</sup> Segunda a CP n.º12 e das Portarias do MEC, o portador do diploma de Licenciatura em Química está habilitado a lecionar nos dois anos finais do Ensino Fundamental, além do Ensino Médio da Educação Básica.

com toda 'enculturação') dos atores envolvidos neste processo de ensino/aprendizagem: discentes e docentes.

Nesta perspectiva, construiu-se questões norteadoras deste estudo:

- Qual será a capacidade de letramento, ou melhor dizendo, da capacidade de apropriação de conteúdo de Física em um contexto não formal de ensino?
- O forno/fogão solar poderá constituir como elemento contextualizador e transversal para o Ensino de Física para discentes nos anos finais do Ensino Fundamental?

O sentido destas questões é se o “estranhamento” dos discentes quanto a uma nova ciência e novos conteúdos, que são alheios às Ciências Biológicas que determinaram o modal-base de conhecimentos científicos dos mesmos desde o início de seu percurso escolar (RICARDO, 2007; TEIXEIRA, 2013).

Os objetivos – geral e específicos – deste estudo possuem a finalidade de responder tais questões já propostas anteriormente. “Analisar a capacidade de enculturação e contextualidade da Física, e seus conteúdos, na construção e uso de um artefato de cocção renovável, no sentido de produzir um conhecimento de natureza interdisciplinar, sob a metodologia metadisciplinar”. Este se constitui como o objetivo geral deste trabalho. O percurso deste trabalho se faz em um espaço transversal onde se operou a transmissão e a assimilação dos conteúdos de Física pela primeira vez para estes docentes. Tal espaço constitui-se como metodologia, que terá como produto imaterial uma nova cultura de aprendizado fora das quatro paredes de uma sala de aula (SERPA, 2006; GARCIA, 2013 e 2015).

No sentido de alcançar os objetivos já supracitados e propostos, além da metadisciplina como metodologia base, recorreu-se a pesquisas bibliográficas de livros e artigos científicos sobre o tema. Podem-se colocar como referências os autores a seguir relacionados: SOARES (2001), GARCIA (2013 e 2015), CASTELLAN (1997), COMETTA (1982), HALLIDAY, RESNICK e WALKER (2006), entre outros.

## **A CONTEXTUALIZAÇÃO DE UMA FÍSICA COTIDIANA E “ENCULTURADA”: dos compêndios ao cotidiano**

Quando o ano letivo se inicia, o conteúdo lecionado nos anos finais do Ensino Fundamental é visualizado como novidades e desafios diante de várias turmas de alunos, pré-adolescentes em sua maioria, que conformam os fenômenos naturais em sua forma letrada ou enculturada, que não são devidamente contextualizadas nos programas curriculares nacionais e estaduais. Contudo, fazendo parte da rotina escolar, a transferência do conhecimento muitas vezes é feita de modo inverso, ou seja, do caminho científico para o caminho do cotidiano, desprezando o conhecimento empírico-cultural dos discentes. Muitos dos compêndios e livros didáticos, franqueados ou não, fazem este caminho, e mesmo com a pretensa regionalização do ensino-aprendizagem, não evidenciam a cultura empírica dos alunos e nem da comunidade escolar na qual pertencem. As exigências da contemporaneidade e de um mundo globalizado e competitivo denotam o ensino que conforme, polifonicamente, um exército de reserva constituído por trabalhadores centrais e periféricos, com certo grau de especialização, onde não há nenhuma centelha de cidadania propagada e difundida entre seus discentes (GARCIA, 2013 e 2015). Sabendo que muitas políticas setoriais que conformam o Estado capitalista, em especial a Educação, possuem sua materialidade e imaterialidade na concepção de suas

finalidades. Sabe-se que o produto material tem como base a configuração de uma força de trabalho instruída e especializada, mesmo que fique na periferia, a ser utilizada nos devidos ciclos necessários e sazonais do capital transnacional. O seu produto imaterial, algo que o corpo docente possui uma maior incidência, com o objetivo sócio-ideológico, ou seja, está devidamente ligada à reprodução sócio-ideológica dos indivíduos sociais, sendo à favor das ideologias dominantes ou de contra-ideologias (GARCIA, 2013).

Geralmente se questiona o quê que o ensino de uma ciência exata como a Física tem a ver com a reprodução imaterial de uma política educacional. As ciências exatas – em certa parte do imaginário acadêmico – possuem uma certa neutralidade sócio-ideológica, com intuito e finalidade exclusivamente conteudista, conservador e experimental. Trabalhar com espaços não formais de ensino destas ciências, o uso de jogos lúdicos e pontes interdisciplinares, embora presentes nas novas diretrizes curriculares, não são realmente implementadas pelos docentes e pelas instituições de ensino privado e públicos (BRASIL, 1996 e 1997; GARCIA, 2013).

Ricardo (2007b) coloca que

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) propõem uma estrutura curricular com a definição de três áreas do conhecimento: as ciências humanas e suas tecnologias; as ciências da natureza, a matemática e suas tecnologias; e as linguagens, códigos e suas tecnologias. Associam-se a essas áreas a busca por três grandes competências, entendidas, de modo simplificado, como capacidades humanas complexas: expressão e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sócio-cultural. Competências estas que deverão estar articuladas entre si e entre as áreas e que favorecem, segundo as próprias DCNEM, o trabalho interdisciplinar e contextualizado (RICARDO, 2007b, p. 136).

O que o autor coloca é o que está na legislação vigente que configuração toda a base curricular nas ciências exatas – ditas ciências da matemática e suas tecnologias – que se incluem as disciplinas de Química e Física, que devem estar atentas quanto a sua difusão contextualizada de maneira social e cultural, respeitando as regionalizações (GARCIA, 2013; RICARDO, 2007a). Garcia (2013 e 2015), trabalhando com espaços não formais de ensino, denota a importância da transversalidade como porta de entrada da contextualização, não só sócio-cultural, mas na difusão sócio-ideológica dentro das ciências tecnológicas. Busquets (1997) coloca que tal contextualização difundida nas propostas de diretrizes curriculares é a protoforma das CTS, ou seja, das ciências tecnológicas e sociais.

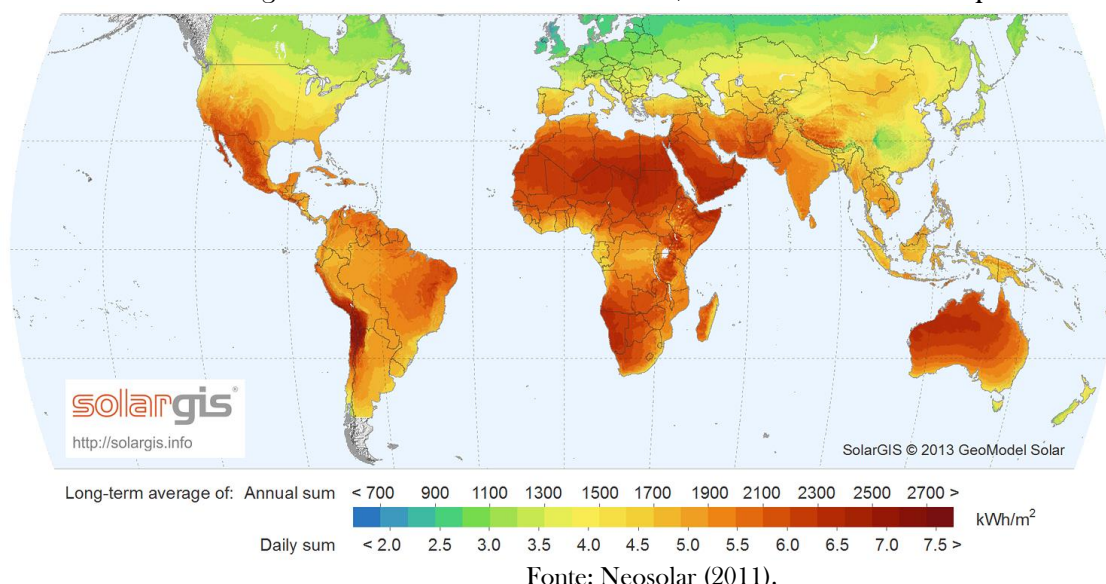
Portanto, o que conjuga a pretensão deste estudo: é a difusão de uma contextualização, transversal e sócio-responsável e ambiental, de uma aplicação cotidiana da Física através de um momento não formal de ensino.

## **A ENERGIA SOLAR: histórico e compreensão**

Antes de se falar sobre fogão e forno solar, deve-se lembrar sobre o histórico do uso da energia solar. Segundo Cometta (1982), na Europa em meados da década de 1970 a 1980, embora a radiação solar seja menor que o irradiado nos trópicos, chama o “astro-rei”, o Sol, de a “hulha de ouro”, referente ao uso intenso do combustível mineral que impulsionou a Revolução Industrial, advento do capitalismo concorrencial, o carvão mineral. No Brasil, que se situa entre os trópicos, onde a incidência solar é três vezes superior que constatada no

continente europeu temperado e mediterrâneo, apresenta condições melhores para o uso exponencial da energia solar, que pode ser convertida em energia elétrica. Observe a figura abaixo:

Figura 1: Incidência solar em kWh/m<sup>2</sup> nos continentes do planeta



De acordo com a Figura 1, observa-se o notório potencial das regiões inter-tropicais, como a América do Sul (Brasil se enquadra) e o continente africano. Energia necessária párea alavancar a industrialização sob um modal de vida mais sustentável. Os estudos sobre energia solar no Brasil se iniciam na década de 1980, quando se via como substituto da hidroeletricidade e da termoeletricidade e da energia nuclear, que foi materializada pela construção de uma nova matriz energética, o Complexo Nuclear de Angra dos Reis, no estado do Rio de Janeiro. Países como a França, Estados Unidos e México iniciaram com as suas usinas térmicas solares, seguidas depois pelo Chile, Espanha e Austrália. Mas qual o sentido da predileção da energia solar perante as outras fontes de energia? Não somente pela sustentabilidade ou pela renovação e reciclagem que este tipo de energia propicia. Compara-se no quadro abaixo as duas fontes de energia no Brasil – solar vs. nuclear:

Quadro 1: Rendimento térmico e custos em kW/h.

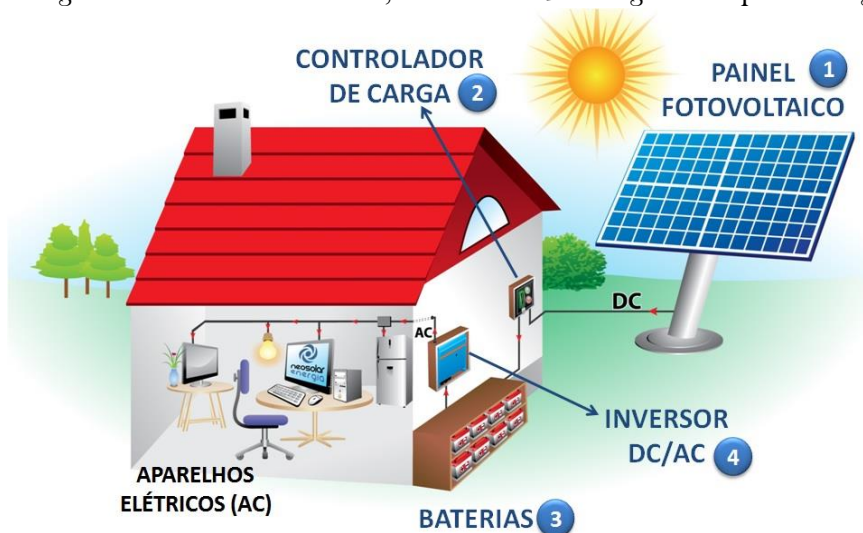
Tipo de energia	Rendimento térmico	Custo em kW/h (Euros)
Nuclear	30%	1.250
Solar	50%	2,17

Fonte: COMETTA (1982: 45)

Observando o quadro acima não foi comparada com a termoeletricidade, pois a mesma utiliza combustível fóssil como diesel ou até carvão mineral, que possui altas taxas de despejo de poluentes como compostos a base de enxofre e carbono; além de alto custo dos hidrocarbonetos, *commodities*<sup>3</sup> que possuem seu preço vinculado à flutuação do mercado e das bolsas de valores. O rendimento térmico em si pode ser conceituado como a energia solar necessária e estocada – tanto para o primeiro e segundo processos. Comparando os devidos valores entre as energias nuclear e solar, observa-se o custo bem menor (em kW/h) da energia elétrica através da captação da luz solar. Sabendo também que esta tipologia de energia não terá os mesmos inconvenientes de uma usina nuclear como os altos custos pela segurança, recursos humanos altamente especializados e transporte do combustível nuclear, além do nefasto lixo atômico, que não pode ser aproveitado para meios pacíficos e que possui alta letalidade ambiental, possuindo altos custos para sua estocagem. E nos idos do século XXI, em sua segunda década, quais são países que utilizam esta forma alternativa de energia?<sup>4</sup> Entre os artigos de 1980 a 2013, vê-se que o protagonismo francês dá lugar a conscientização alemã. E mesmo com o potencial que o Brasil possui, este não está entre os dez países que mais utilizam esta tipologia de energia, em termos de processo fotovoltaico.<sup>4</sup>

A conversão da energia solar para energia elétrica se passa por dois processos. O primeiro se passa pelo modal térmico-elétrico, cujas caldeiras de água são aquecidas pelo calor gerado, cujo vapor, pressurizado, passa pelas turbinas eletromotrizes que transforma em eletricidade. O segundo se passa por uma tecnologia já disponível em toda em qualquer residência que se passa por células fotovoltaicas. Este efeito ocorre quando a luz solar, através de seus fótons, é absorvida por células fotovoltaicas. Os fótons da luz são transferidos para os elétrons que então ganham a capacidade de movimento, que por sua vez, gera a corrente elétrica. Tais células podem ser encontradas de diversas formas, sendo a mais utilizada a montagem de painéis ou módulos solares.

Figura 2: Efeito fotovoltaico, conversão da energia solar para energia elétrica.



<sup>3</sup> São produtos "*in natura*", cultivados sob forma de "*plantation*" ou são de origem de extração mineral, que podem ser estocados por certo tempo sem perda sensível e razoável de suas qualidades, como suco de laranja congelado, soja, minérios de ferro e urânio, trigo, bauxita, prata ou ouro. Só podem ser comercializados para a exportação, características de países reservatórios (SERPA, 2006: 34).

<sup>4</sup> Os países que geram mais energia solar pelo processo fotovoltaico em MW/h são, em ordem decrescente: Alemanha, Itália, Japão, Estados Unidos, Espanha, China, França, República Tcheca, Bélgica e Austrália (BP Energy Outlook, 2013). O Brasil está em 27º lugar neste ranking, sendo o segundo em potencial, perdendo apenas para a região saariana compreendida entre os países Argélia, Líbia, Chade e Egito.

Fonte: Neosolar (2013).

Em comunidades carentes são utilizados aquecedores solares de baixo custo, cujo sistema de aquecimento da água por meio da captação da energia solar em painéis térmico-solares que empregam materiais de baixo custo e de fácil aquisição no mercado, tais como placas e painéis de forração alveolares, tubos e conexões de PVC<sup>5</sup> e garrafas PET<sup>6</sup>. Vejamos a figura 3:

Figura 3: Aquecedor de baixo custo.



Fonte: [www.sustentavel.org.br](http://www.sustentavel.org.br) Neosolar (2011).

Na figura acima, tanto o PVC como o polímero das garrafas PET podem ser usados como coletores térmico-solares, porém estudos feitos em universidades brasileiras evidenciaram que as garrafas PET transparentes são melhores coletores devido as suas propriedades termoplásticas (NEOSOLAR, 2011; HERMANN, 2016; TEIXEIRA, 2016a).

## O FOGÃO/FORNO SOLAR: DA SUBSISTÊNCIA À SUSTENTABILIDADE

O Sol, estrela-mor do Sistema Solar, é uma fonte inesgotável de energia térmica e luminosa, que se extinguirá como uma anã branca daqui a alguns bilhões de anos. Tal ocorrência cósmica talvez não terá a dita humanidade como espectadora, mas até quando tal fenômeno ocorrer, o mesmo astro terá muitos átomos de hidrogênio para fundir e converter em energia termo-luminosa. Enquanto isso, de maneira sábia e sustentável alguns homens vêm 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/forno solar.

<sup>5</sup>Polímero usado para encanamentos de água - Policloreto de Vinila - fabricado pro polimerização de mesmo monômero, o cloreto de vinila.

<sup>6</sup>Politereftalato de etileno, ou PET, polímero termoplástico formado pela reação entre dois monômeros por condensação: o ácido tereftálico e o etileno glicol. Utilizado como vasilhame de bebidas gaseificadas ou não.

Garcia (2013), em uma experiência docente em terras nordestinas, coloca que não só o letramento, mas todo o processo de “enculturação” não é apenas científica, mas sócio-ideológica. A imaterialidade, como produção docente, é evidenciada como forma de mudança de uma nova cultura, sustentável e condizente com uma região árida, seca e com maior incidência solar do país. Em uma escola pública em um município do sertão sergipano, a maioria das casas dos alunos usavam – quando podiam – o gás de cozinha como fonte de combustível para a cocção e preparo de alimentos, mas o consumo de lenha e carvão era a forma mais barata e possível para o sustento de suas famílias. O fogão e forno a base de lenha é um dos instrumentos mais usados na cocção dos alimentos nas regiões mais pobres do Brasil, principalmente na região nordestina; além de ser de baixo custo, está presente como tradição cultural mesmo nas famílias mais favorecidas economicamente.

A produção imaterial docente neste contexto se torna importante, não só integralizando os conteúdos de um novo ramo do conhecimento para estes discentes em seus cotidianos, mas na formatação de uma nova cultura sustentável e de cuidado com o planeta onde habitam, preservando o meio ambiente e potencializando recursos renováveis e limpos abundantes em uma das regiões com mais baixo IDH de um país continental.<sup>7</sup>

A construção de um protótipo de fogão/forno solar para fins educacionais foi a base de um projeto para o ensino mais contextualizado sobre os conteúdos de termologia, trabalho-potência e óptica geométrica. Os conteúdos trabalhados de maneira mais descritiva foram: (a) Conceito de calor; (b) Tipos de calor (sensível e latente); (c) Quantidade de calor; (d) Transferência de calor (condução, convecção e irradiação); (e) Conceito de temperatura; (f) Escalas termométricas; (g) Princípios de óptica; (h) Lentes esféricas; (i) Reflexão e refração; e (j) Trabalho e potência.

Também foi construído na residência do docente, um protótipo de um chuveiro aquecido por coletores solares feito com materiais recicláveis e de baixo custo. Embora o clima seco e quente na maioria dos dias do ano no sertão sergipano, há algumas casas que fazem o uso de chuveiro elétrico<sup>8</sup>. O sistema que substituiu o chuveiro elétrico feito na residência do autor-docente foi idêntico proposto pelo livro-base da Neosolar (2011), conforme a figura 3 já descrita anteriormente.

O uso de tais coletores solares de baixo custo para aquecimento de água permite uma economia importante na conta de luz, dispensando assim o uso do chuveiro elétrico. O uso de canos de PVC e garrafas PET se mostrou de suma importância, pois a apenas os municípios da região metropolitana de Aracaju-SE, possuem coleta seletiva de lixo.<sup>9</sup>

Quanto ao fogão/forno solar, infelizmente no Brasil – país tropical e continental – não se faz o uso desta fonte limpa, renovável e inesgotável – a energia solar. Em países asiáticos como a Mongólia e o Usbequistão e da África como Angola e Chade, os governos têm incentivado o uso pela população do fogão/forno solar, para diminuir o consumo de lenha e causar menor impacto ambiental possível. A energia solar é abundante, limpa e ecologicamente correta. Em território chinês estima-se que existem mais de 700.000 fogões solares parabólicos em uso. A figura abaixo ilustram vários tipos de fogões solares. Porém, qual a diferença de um fogão para um forno solar?

<sup>7</sup> O IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) de muitos municípios sergipanos são da mesma escala que os países mais miseráveis e pobres do mundo, como o Haiti e o Sudão – entre 0,450 a 0,610. O projeto foi realizado em uma escola estadual nos municípios de Arauá/SE e Lagarto/SE.

<sup>8</sup> Segundo a Neosolar (2011), o chuveiro elétrico fica ligado em média cerca de 30 minutos por dia, atendendo a uma família média de 3,8 pessoas. A potência média do chuveiro é de 4.5 KW. Então, decorrer de um ano o chuveiro é responsável por um consumo familiar de (365 dias x 4.5 KW x 0,5 horas) = 820 KWh. Pode-se estimar com boa segurança que cerca de 30.000.000 de famílias usam o chuveiro elétrico para seu banho.

<sup>9</sup> A Região Metropolitana da capital sergipana são constituídas por quatro municípios: Aracaju, Barra dos Coqueiros, Itaporanga Dajuda e São Cristovão.



Nenhuma praticamente, pois constituem em um mesmo artefato, mas no forno solar há muito mais efeito da convecção como transferência de calor que a irradiação, caracterizada nos fogões parabólicos.

São estas as tipologias de fogões solares: (1) fogão/forno solar do tipo painel: são os de construção mais simples, são confeccionados com papelão revestidos de superfície reflexivos, como papel-alumínio. Realiza de maneira lenta a cocção de alimentos que o fogão tradicional a gás de cozinha. A temperatura chega aos 100 °C. Processos como a pasteurização da água, processo de aquecimento a temperaturas superiores a 65 °C para esterilização dos germes, e cocção abaixo do calor latente da água<sup>10</sup>, são os mais indicados para este fogão/forno;<sup>11</sup> (2)

fogão/forno solar do tipo caixa: possui rendimento melhor, e pode ser direcionado para o uso de um forno, a convecção pode ser configurada pelo efeito estufa, e os alimentos ficam em uma caixa no fundo, com tampa de vidro, recebendo através da irradiação solar. A irradiação se converte em convecção, e podem ser utilizados como forno para assar, pois a temperatura ultrapassa os 100 °C; (3) fogão/forno solar do tipo parabólico: é a tipologia de melhor rendimento, funciona com direcionamento acompanhando o movimento solar. O espelho concentrador parabólico direciona os raios solares para o ponto focal, onde é colocado a panela que se realiza a cocção. A temperatura no foco pode chegar a 350 °C, atuando como um fogão convencional em termos de tempo de cozimento. Em termos tecnológicos, é o fogão sustentável de maior efetividade, e largamente usado em países europeus como a França e Alemanha, onde a incidência solar é geralmente  $\frac{1}{4}$  do que é irradiado nos trópicos, conforme a figura 4.

Figura 4: Tipologias do Fogão/Forno Solar.



Fonte: Adaptado pelo autor-docente - Neosolar (2011).

A vantagem mais evidente do uso do fogão/forno solar é a disponibilidade de energia gratuita, abundante e sustentável, além da ausência de chamas, fumaça, perigo de explosão e incêndios. A energia radiativa-luminosa concentrada na zona focal do artefato é suficiente para

<sup>10</sup>Calor latente é a quantidade de calor necessária para que a água passe de um estado físico para outro.

<sup>11</sup>Segundo a Neosolar (2011) é a tipologia de fogão solar mais utilizado nos países africanos.

fornecer as calorias necessárias à ebulição da água, cozinhar, assar, fritar, aquecer alimentos, sem a perda de qualidade. Seu uso sistemático somente trará benefícios para o usuário, principalmente os de baixa renda que habitam as zonas rurais. Além disso, a sua frequente utilização representa uma contribuição imensurável a fauna e a flora, atualmente tão comprometidas com o desmatamento predatório na busca de lenha e outros materiais fósseis combustíveis destinados a produção de energia térmica. Além da cocção de alimentos, o emprego da energia solar serve para o aquecimento de água, secagem de produtos agrícolas, além de evidenciar uma nova cultura sustentável e preservacionista (GARCIA, 2013 e 2015; NEOSOLAR, 2011).

Diferentemente dos artefatos sustentáveis que operam segundo a conversão térmica da irradiação que converte os raios infravermelhos em quantidades de calor, o fogão/forno exige para o seu funcionamento a presença da radiação solar direta, isto é, céu claro e muito pouca nebulosidade, já que trata-se de um sistema que opera segundo a reflexão desta radiação. Porém, mesmo com nebulosidade média, dos três fogões/fornos já descritos, o do tipo “caixa” retém melhor os raios infravermelhos que são incididos mesmo em dias nublados, pode ter alguma eficácia. No Brasil, as melhores regiões são o Nordeste, Centro-oeste, Norte e parte da região Sudeste, como o norte mineiro. A região Sul tem menor desempenho, mas é possível utilizar fogão solar. No sertão sergipano, o uso do fogão/forno solar era intenso, por volta de 9 a 14 horas de utilização (GARCIA, 2013 e 2015).

## A FÍSICA E SEUS CONTEÚDOS DIANTE DA “ENCULTURAÇÃO” DISCENTE

Como iniciar as aulas sobre conteúdos de Física para discentes dos anos finais do Ensino Fundamental antes não vistos sob a ótica científica? Mas, mesmo assim, sabe-se que os discentes já sejam letrados sobre os tais conteúdos, mas não ainda alfabetizados. Porém, segundo Soares (2001) e Sasseron e Carvalho (2011), o que ocorre é a “enculturação” das leituras dos fenômenos naturais – além de serem científicos – sob a visão empírica dos alunos. Por exemplo, os mesmos sabem que com a água fervendo, não adianta aumentar a chama para que a mesma ferva mais rápido; ou que todo corpo negro absorve o calor durante o dia e depois, a noite, devolve e irradia este calor para o ambiente, como o asfalto; ou que durante a fervura da água, se jogar sal, a mesma para de ferver. Todas estas ocorrências foram aprendidas – e aprendidas – no cotidiano destes discentes, e faz parte do arcabouço empírico e sócio-cultural. Portanto, tal ‘enculturação’ deve passar pelo processo de alfabetização científica (CHASSOT, 2000; AULER e DELIZOICOV, 2001).

Nas salas de aula das duas escolas sergipanas, segundo o projeto interdisciplinar proposto, foram relacionados conteúdos de História, Geografia, Biologia, Física e Química. Antes de trabalhar com os conteúdos de Física em sala de aula, foi dada uma palestra sobre o uso de concentradores solares ao longo da história da humanidade. A utilização de espelhos curvos para concentrar luz solar é reputado aos astecas, gregos, romanos, mongóis e chineses, milhares de anos atrás. Em 212 a.C, o filósofo-matemático Arquimedes usou grandes espelhos côncavos convergentes para incendiar as velas da frota naval romana durante a invasão militar de conquista à ilha grega de Siracusa. Durante o Renascimento, Leonardo da Vinci projetou vários concentradores parabólicos. Além disso, o protagonismo francês foi evidenciado em 1860, Augustin Mochot, um matemático da *Lycee de Tours*, França, oficial legionário do Exército Francês, foi o primeiro a desenvolver fogão solar e seus benefícios. O mesmo foi destacado para a África e desenvolveu tal artefato para as tropas francesas. Desde aquela época, Mochot preconizava que o carvão era uma fonte de energia finita e poluente, e outros meios de geração de energia deveriam ser utilizados para o bem estar e perpetuação da humanidade.

Tais fatos comentados vislumbram ao discente que a utilização de uma energia renovável e sustentável estavam na pauta de discussões científicas desde o século XIX, e não somente nos tempos atuais (NEOSOLAR, 2011; GARCIA, 2013).

O início com os conteúdos de outras disciplinas e não somente de Física, não denota que

(...) ensinar Física e aprender física é difícil para professores e alunos. Essa é uma afirmativa que ouvimos no meio acadêmico a todo instante, mas são muitos os caminhos através dos quais podemos estimular os alunos no desenvolvimento de conceitos e valores, os quais, embora precisem de teoria, encontram na prática, na experimentação, uma vertente quase perfeita para instigar curiosidade e serem levados a pensar, a tomar gosto pela ciência e, por conseguinte, descobrir novos horizontes e possibilidades (BRASIL, 2002, p. 34).

Os conteúdos da Física evidenciados nos Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 1996, 1998 e 1999) encontra-se um conjunto de competências que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e científicos, presentes tanto no cotidiano empírico mais imediato, “quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, na introdução à linguagem própria da Física” (BRASIL, 2002, p. 59).

Os conteúdos trabalhados e evidenciados foram Termologia e Óptica geométrica (de forma direta), e Trabalho e Potência (de forma indireta). Durante a explanação de tais conteúdos com os discentes foram constatados algumas discordâncias dicotômicas entre o letramento ('enculturação') e a alfabetização científica posterior:

- I. Os termos calor (quantidade de calor) e temperatura<sup>12</sup> serem confundidos como sinônimos;
- II. Refração ser confundida como Reflexão;
- III. A quantidade de calor (Q) inexistente quando há “frio”;
- IV. Convecção ser confundida como Condução em termos de transferência de calor;
- V. Não compreendem a compreensão do sentido “isolante térmico”.
- VI. Compreendem os fenômenos físicos como descrição puramente matemática;
- VII. Não costumam interligar os conteúdos das diversas disciplinas de forma interdisciplinar;
- VIII. As lentes são apenas concentradores de raios solares apenas;
- IX. Não concebem o conceito de calor específico;
- X. Concebem o quantitativo, e não o qualitativo.

Elencados os pontos dicotômicos, observados minimamente em mais de 50% dos discentes das duas escolas de Ensino Fundamental, o que foi evidenciado que tais discrepâncias

---

<sup>12</sup> Segundo Teixeira (2016a), temperatura é o grau de sensação térmica para se saber ou sentir calor ou frio.

sentidas pelos alunos, são notadas também pelos seus docentes. Quanto à questão do cotidiano tanto discente e docente, muitos “(...) não dirão que vestiram uma blusa de lã porque ela é um bom isolante térmico e, assim, impede que o corpo humano ceda calor para o meio ambiente. Dirão, sim, que vestiram a blusa de lã porque ela é mais quente e estão com frio” (MORTIMER, 1994, p. 35).

O mesmo sentido dicotômico entre os conceitos calor e temperatura, que pela 'enculturação' são difíceis de serem concebidos pelos discentes, e mesmo alfabetizados cientificamente, ainda rejeitam tais evidências concretas. Tais abstrações não são bem aceitas pelos alunos, e

(...) a palavra calor tem um significado na cultura do senso comum com o qual o professor deve saber lidar. Ainda na escola, diz-se aos estudantes que o copo fica molhado porque nele se condensa o vapor de água, o qual, embora invisível, existe no ar. Tais noções, por serem mais abstratas para eles, são rejeitadas por seu modelo de mundo, ficando na memória apenas alguns resquícios isolados da noção para uso escolar (MORTIMER, 1994, p. 19).

Os termos 'enculturados' são melhor aceitos quanto tal alfabetização científica é colocada na forma do '*concreto*'. Não se resume em aulas laboratoriais que fogem do contexto social e do cotidiano discente, mas de um projeto científico, antes trabalhados em mapas conceituais e seminários, que podem fazer parte da vida integrativa não só no universo discente, mas da comunidade onde vivem. Neste aspecto, trabalhando através da metadisciplina (luz solar como energia renovável e sustentável) e com a contextualização de *modus* integrativo. Concebe-se que a contextualização integrativa é

(...) o estudo dos fenômenos físicos envolvidos numa experiência de aprendizagem deve abranger uma suficiente referência ao contexto histórico da exploração científica e técnica desses fenômenos, bem como desenvolver os conceitos pertinentes e propiciar as possíveis aplicações práticas facilitando ao aluno a experiência de uma compreensão integrada das informações históricas, dos conceitos específicos e das atividades de aplicação; quando do uso de modelos, nas experiências, sua utilização como estratégia de aprendizagem deve ficar clara ao aluno, para evitar-se que eles fechem a possibilidade de se buscar outras alternativas na solução dos problemas (FREITAS NETO, 1987, p. 130).

A contextualização integrativa vista como mais uma ferramenta docente, é descrita de forma generalizada, porém não muito detalhada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's). Krummenauer, Costa e Silveira (2010) colocam que as abordagens diferenciadas são realizadas e utilizadas de forma incessante para a efetividade dos processos de ensino-aprendizagem das Ciências Naturais. Colocam ainda que “(...) parte-se do princípio da instrumentação da matemática, como recurso básico do construto conceitual das ciências físicas, químicas, biológicas, econômicas e sociais, a partir da definição advinda do quantitativo, como seu elemento definidor epistemológico” (KRUMMENAUER, COSTA e SILVEIRA, 2010, p. 71).

Deficiência docente evidenciada muitas vezes, pois a instrumentalidade matemática torna-se a única ferramenta para a compreensão dos fenômenos físicos e naturais.

Quanto à confluência não evidenciada em primeiro momento entre aspectos quantitativos e qualitativos, a construção de um artefato que une conceitos, antes abstratos no imaginário empírico discente, agora na concretude que evidencia os conceitos já alfabetizados; a

materialização do fogão/forno solar trabalhando com os conceitos contextualizando-os integralmente derruba certas dicotomias antes 'enculturadas'.

Halliday, Resnick e Walker (2006) colocam outro conceito que é totalmente abstrato para o universo discente, e já evidenciado por Garcia (2013 e 2015) e Teixeira (2015) como termo-conceito difícil de ser alfabetizado, que é o calor específico<sup>13</sup>.

A construção de um fogão/forno parabólico foi o de escolha devido o alto grau de irradiação solar e pouca nebulosidade diária sentida na região semi-árida sergipana<sup>14</sup>. Terminada na sua concretude, foram trabalhados devidos conteúdos de Termologia e Óptica geométrica, e das dez discrepâncias e dicotomias apresentadas anteriormente, apenas a IX não foi solucionada a contento. Tanto autores como Krummenauer, Costa e Silveira (2010), Halliday, Resnick e Walker (2006) e Garcia (2013 e 2015) já haviam colocado a dificuldade de colocar o termo-conceito 'calor específico' na concretude de seu cotiadiano. Dos 67 alunos das duas turmas de 9º ano do Ensino Fundamental de duas escolas públicas sergipanas, apenas 8 (oito) conceberam o conceito de calor específico na sua essência.

Após os conceitos serem trabalhados e explanados, foram realizadas 4 (quatro) oficinas de culinária básica e regional utilizando o fogão e forno solar com a comunidade escolar (discentes, docentes, pais e responsáveis)<sup>15</sup>.

## CONCLUSÃO - UMA EXPERIÊNCIA INACABADA.

Diante do exposto, concluiu-se que tal projeto não se finda (e não se findou) nesta breve descrição. Conforme Garcia (2015) coloca que o produto imaterial possui um alcance bem mais exponencial que a materialidade do trabalho docente, que se resume na formatação de uma força de trabalho necessária para as necessidades do capital, mesmo que tal contingente fique na reserva periférica do trabalho contemporâneo.

A imaterialidade provém de uma mudança de cultura social, política e ideológica (a favor ou não). A questão vem de uma formatação de uma sensibilidade preservacionista, sustentável e de integração com o meio ambiente local a qual pertence. Além disso, a produção imaterial docente - em especial de um docente da cadeira das Ciências Exatas e Naturais, como Química e Física - não se resume na explanação e compreensão dos conteúdos científicos, mas que os mesmos sejam compreendidos e multiplicados fora da esfera da sala de aula, popularizados e difundidos no tecido social local que é configurado pela comunidade escolar (GARCIA, 2015; SERPA, 2006).

Portanto, mesmo com toda legislação e parâmetros que determinam os modelos curriculares nacionais e estaduais, há uma certa incompreensão docente em concebê-los e

---

<sup>13</sup> É uma grandeza física quanti-qualitativa que define a variação térmica de determinada substância ao receber determinada quantidade de calor. A unidade no SI é J/(kg.K) (joule por quilograma e por kelvin). Uma unidade usual bastante utilizada para calores específicos é cal/(g.°C) (caloria por grama e por grau Celsius) (TEIXEIRA, 2016a: 4).

<sup>14</sup> A construção do fogão/forno solar teve a duração de 15 dias, com base de compensado de madeira e com espelhos acoplados de forma a concentrar toda a luminosidade solar em um foco central, conforme descrito na figura 5.

<sup>15</sup> As quatro oficinas foram: (a) Como fazer pães utilizando o fogão/forno solar; (b) Cozinhando e assando carne de Sol; (c) Fazendo bolo de banana com fermento-mãe; e (d) Bolo de mandioca.

colocá-los em prática em sala de aula; e, erroneamente tal incompreensão é retroalimentada pelos discentes. Tal ocorrência foi observada pelo autor-docente, que iniciou as suas aulas com as duas turmas de Ensino Fundamental descritas na metade do ano letivo até a sua conclusão. Apenas o início de um trabalho material e imaterial a favor de uma nova contra-ideologia, que possui o objetivo de derrubar uma cultura de um consumo desenfreado, irresponsável e predatório.

**REFERÊNCIAS**

AULER, D., DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica Para Quê?, **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, junho. 2001.

BEHRENS, M. A. **Formação continuada dos professores e a prática pedagógica**. Curitiba: Champagnat, 1996.

BRASIL. **Lei no 9394/1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação)**. Secretaria da Presidência da República Federativa do Brasil. Palácio do Planalto. Editora Nacional - Diário Oficial da União, Brasília-DF, 1996.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais/** Secretaria de Educação Fundamental. - Brasília : MEC/SEF, 1998. 436 p.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Ministério da Educação. Brasília, 1999.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

BUSQUETS, M. D. e outros. **Temas transversais em Educação - Bases para uma formação integral**. São Paulo: Editora Atica, 1997.

CASTELLAN, G. **Físico-Química**. Ed. Guanabara Dois. São Paulo, 1997.

CHASSOT, A. I. **Alfabetização Científica - Questões e Desafios para a Educação**, Ijuí-RS, Editora da Unijui. 2000.

COMETTA, Emílio. **Energia Solar: utilização e empregos práticos**. Ed. Hemus. São Paulo-SP, 1982.

FERREIRA, T. **A escrita da clínica: psicanálise com crianças**. Belo Horizonte: Autêntica, 2000.

FREITAS NETO, Genésio Correia. **DIRETRIZES PARA UMA METODOLOGIA DO ENSINO DE FÍSICA. Caderno (Catarinense) Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, 4(3): 127-139, dez. 1987.

GARCIA, M. H. **A Física contextualizada para os Ensinos Fundamental e Médio**. Aracaju-SE, 2013.

\_\_\_\_\_. **Fogão e Forno Solar para os Ensinos Fundamental e Médio - Termologia e Óptica geométrica**. Projeto de Extensão e Pesquisa. Lagarto-SE, 2015.

GAZIRE, E. S.; LAUDARES, J. B. Resolução de Problemas e Soluções com equações diferenciais em cursos de Engenharia. In: **Anais do XXXIV COBENGE - Congresso**

TEIXEIRA, M. H. G. O fogão/forno solar no ensino fundamental: a física enculturada e contextualizada. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar - RECEI**. Mossoró, v. 3, n.9, 2017.

Brasileiro de Ensino de Engenharia. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J., **Fundamentos de Física**. 7ª edição, vol. 2, editora LTC, 2006.

HERMANN, M. Termologia. In: **Apostila de Física II**. Sistema de Ensino Resolve: Nova Friburgo, RJ. 2016. (disponível no site: <http://fisica-com-quimica.webnode.com>).

HOSOKAWA, R.R. , WIEZZEL, A.C.S. As contribuições do Lúdico para o Desenvolvimento Emocional Infantil no Contexto Escolar. In: **Colloquium Humanarum**, vol. 10, n. Especial, Jul-Dez, 2013.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica. In: **Em extensão**, Uberlândia, v.7, 2008. pag. 55-66.

KRUMMENAUER, W. L.; COSTA, S. S. C.; SILVEIRA, F. L. Uma Experiência de Ensino de Física Contextualizada para Educação de Jovens e Adultos. In: **Revista Ensaio**, vol.12, nº2, Belo Horizonte/MG, maio-agosto de 2010, pág 69-81.

MACHADO, A. H., MORTIMER, E. F. **Química**. volume único. Sao Paulo: Scipione, 2005.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. In: *Ensenanza de las Ciencias*, número extra - VII Congreso, 2005.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Anais da 3ª escola de verão**. Serra negra, São Paulo, 1994.

NEOSOLAR. **Como utilizar a energia solar em pró do meio ambiente?** Disponível no site <http://www.sustentavel.org.br> . Acesso em 09/09/2015.(2011).

PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança, imitação, jogo e sonho, imagem e representação**, Rio de Janeiro: Koogan, 1978.

PIUBELI, U. G. **Física contextualizada: uma viagem pelo Pantanal**. Editora UFMS, Campo Grande/MS, 2011.

SANTOS, W. L. e MORTIMER, E. F. **Concepções de professores sobre a contextualização social do ensino de Química e Ciências**. Livro de Resumos da 22ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. São Paulo: SBQ, 1999. v. 3.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. In: **Investigações em Ensino de Ciências** - V16(1), pp. 59-77, 2011.

SEIBLITZ, Z. Três dimensões da noção de interdisciplinaridade. In: **Debates Sociais** nº54/55, CBCISS e Deptº de Serviço Social da PUC/Rio, RJ, 1995.

SERPA, A. **Geografia como metadisciplina: a perspectiva da interdisciplinaridade em Milton Santos**. In: SILVA, M. A.; TOLEDO JUNIOR, R. (orgs). **O Encontro com o pensamento de**



Milton Santos: a interdisciplinaridade na sua obra. Universidade Federal da Bahia - Mestrado em Geografia. EDUFBA, 2006.

SOARES, Magda. **Letramento**: um tema em três gêneros. Belo Horizonte, Autentica, 2001.

TEIXEIRA, M. H. G. **Oficina**: Ludicidade no Ensino de Química: Ensino Médio. Trabalho avaliativo final da disciplina Práticas Pedagógicas VI. Curso de Licenciatura em Química - Faculdade Pio Décimo, Aracaju-SE, 2013.

\_\_\_\_\_. **Química na Cozinha**: um breve estudo sobre espaços não formais no Ensino Médio. Monografia da graduação em Licenciatura em Química. Faculdade Pio Décimo, Aracaju-SE, 2014.

\_\_\_\_\_. Grupo Focal na Educação Química: a cozinha como metadisciplina. In: **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, Vol. 1, N.º 2, UERN (2015).

\_\_\_\_\_. Óptica geométrica. In: **Apostila de Física II**. Sistema de Ensino Resolve: Nova Friburgo, RJ. 2016a. (disponível no site: <http://fisica-com-quimica.webnode.com>).

\_\_\_\_\_. Polímeros. In: **Apostila de Química Orgânica**. Sistema de Ensino Resolve: Nova Friburgo, RJ. 2016b. (disponível no site: <http://fisica-com-quimica.webnode.com>).

**Submetido em**: 03 de janeiro de 2017.

**Aprovado em**: 09 de abril de 2017.