

## UM EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO PARA MEDIR A POTÊNCIA DO SOL E A TEMPERATURA DA SUA SUPERFÍCIE E REFLETIR SOBRE O EFEITO ESTUFA E O AQUECIMENTO GLOBAL

### A low cost experiment to measure the Sun's potency and its surface temperatura and reflect about the greenhouse effect and global warming

M. A. RODRIGUES

Universidade Federal do Piauí  
micaias@ufpi.edu.br

Submetido em 07/12/2016 e aceito em 29/01/2020

DOI: 10.15628/holos.2020.5442

#### RESUMO

Neste artigo será discutido sobre o Sol, o efeito estufa e o aquecimento global. Foram realizadas oficinas pedagógicas, com base em materiais acessíveis, para 225 alunos no Museu de Ciências Espaço Ciência, em Olinda - PE, com o objetivo de medir a potência do Sol e a temperatura da sua superfície. Como resultados,

verificou-se que os alunos não têm muito conhecimento acerca do efeito estufa e do aquecimento global e que os valores encontrados experimentalmente para a potência e temperatura do Sol apresentaram-se bastante próximos dos valores de referência, mesmo utilizando-se materiais de baixo custo para este fim.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sol; efeito estufa; aquecimento global; ensino de ciências; material de baixo custo.

#### ABSTRACT

In this paper we will talk about the Sun, the greenhouse effect and the global warming. Educational workshops, based in accessible materials, were realized to 225 students in the Espaço Ciência Science Museum, in Olinda - PE, Brazil, with the goal of measure the Sun's potency and its surface temperature. We found that the

students had not many knowledge about greenhouse effect and global warming and the value found to the potency and surface temperature of the Sun showed near of the reference values, even using low cost materials to this.

**KEYWORDS:** Sun; greenhouse effect; global warming; science teaching; low cost material.

## 1 INTRODUÇÃO

Questões ambientais tais como efeito estufa e aquecimento global estão cada vez mais constantes na mídia atualmente, pois catástrofes como os tsunamis, secas em determinadas áreas e enchentes em outras ocorrem de forma mais rotineira frequentemente. Estes fenômenos devem ser abordados em sala de aula, pois segundo as Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio (PCN+), "conduzir o ensino dando realidade e unidade é compreender que muitos aprendizados científicos devem ser promovidos em comum" (Brasil, 2001).

Um aprendizado que deve ocorrer na escola, pois está presente na realidade e é pouco explorado, é o efeito estufa. O efeito estufa é um fenômeno natural e essencial à vida na Terra e serve para manter o planeta aquecido. Se não houvesse o efeito estufa, quando o Sol parasse de emitir os seus raios em determinado local do planeta, chegando a noite, este local iria congelar, havendo a variação de muitos graus centígrados na temperatura entre os dias e as noites. Como consequência disto, não seria possível a vida na Terra. O problema é que, ao lançar muitos gases de efeito estufa na atmosfera, o planeta vai se aquecendo de forma gradativa, podendo levar à extinção da vida na Terra (Wwf, 2014).

Se as representações cotidianas de certos fenômenos naturais forem muito diferentes das representações científicas, a aprendizagem acaba sendo difícil (Driver, Asoko, Leach, Mortimer, & Scott, 1999).

Diante da relevância desta discussão, emergiu o objetivo deste trabalho: utilizar materiais de baixo custo para realizar atividades experimentais como forma de discutir acerca da temperatura e energia do Sol, bem como para aprofundar o conhecimento dos alunos em relação a aquecimento global. Para compreender um pouco sobre estas questões, foi utilizado o roteiro *Energia irradiada pelo Sol*, do Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo (CDCC – USP) (Universidade de São Paulo [USP], 2004), como base para iniciar a verificação experimental do potencial energético do Sol. Ampliamos a proposta do roteiro citado (idem), passando a contemplar também cálculos sobre a temperatura da superfície do Sol e questões sobre o efeito estufa e aquecimento global, além de também de discutir sobre a importância do Sol para o nosso planeta. Os valores encontrados experimentalmente foram comparados com o valor total da energia elétrica produzida no Brasil e no mundo, tudo isto utilizando materiais de fácil acesso, em uma oficina pedagógica, descrita a seguir.

## 2 O SOL, O EFEITO ESTUFA E O AQUECIMENTO GLOBAL

A principal fonte de energia da Terra é o Sol. A nossa dependência dele para a iluminação durante o dia e o aquecimento oriundo dos raios solares são bastante evidentes. Eddy (1980) elenca mais algumas dádivas do Sol para os habitantes da Terra: toda a comida do planeta depende dele, pois, toda a base da cadeia alimentar necessita da luz emitida pelo Sol para realizar a fotossíntese; o calor obtido através dos raios solares cria a circulação atmosférica e o ciclo da

água, gerando as chuvas; o carvão, a madeira e o petróleo, outras fontes de energia muito utilizadas na Terra, dependeram do Sol no passado.

Eddy (1980) comenta ainda que qualquer mudança no Sol é sentida pela atmosfera terrestre, em termos de composição, temperatura ou circulação. Se estas mudanças forem persistentes, haverá mudanças climáticas na Terra. O autor citado (*idem*) comenta que, através dos modelos matemáticos desenvolvidos, pode-se calcular que, se a radiação emitida pelo Sol diminuir em 1%, a média da temperatura global cairá entre 1 ou 2°C; se a mudança no fluxo solar for de 0,1% e continuar por bastante tempo, pode trazer mudanças climáticas de significância social e impacto econômico.

Porém, nas mudanças perceptíveis na Terra, como o dia e a noite, as estações do ano ou mesmo a ocorrência de eras do gelo, são explicadas através dos movimentos da própria Terra, não havendo influência alguma de variações solares para que estas ocorram. Então, poderia o aquecimento global, diferentemente destes outros acontecimentos, ser explicado através de variações do fluxo solar?

Wang e Dickinson (2013), com dados sobre radiação solar incidente da superfície da Terra ( $R_s$ ), verificaram que entre as décadas de 1930 e 1970, enquanto esta radiação diminuiu, a temperatura média do planeta também diminuiu. Isto se deu devido ao fato de que havia muitas partículas de enxofre em suspensão, lançadas na atmosfera através dos processos industriais. Estas partículas formavam nuvens que refletiam a radiação incidente. Com isto, a temperatura caiu por volta de 0,2°C.

Como não existe mais este efeito, continuam Wang e Dickinson (2013), desde a década de 1970 que a  $R_s$  permanece próxima a constante, porém, vem ocorrendo um lento aquecimento no planeta e os gases do efeito estufa sendo cada vez mais emitidos. Os autores citados (*idem*) não concluem que estes gases sejam os responsáveis pelo aquecimento global, apenas que não tem ocorrido isto devido a variações de incidência solar na Terra.

Em relação ao aquecimento global, embora alguns autores (Kosaka & Xie, 2013) comentem que está ocorrendo um hiato no aumento da temperatura global, ainda que continue com o aumento da concentração dos gases do efeito estufa na atmosfera, Karl et al (2015) especificam que isto não é a realidade. Os autores citados (*idem*) comentam que o aumento da temperatura foi maior que o divulgado pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change*, especialmente nas últimas décadas. Cheng e Tung (2014), sobre este hiato, comentam que é realmente aparente, visto que os oceanos Atlântico e os oceanos do Sul têm absorvido este calor excedente, visto que os oceanos podem armazenar até 90% mais calor que a atmosfera, mas, o aquecimento global continua aumentando.

Fyfe, Gillett e Zwiers (2013) concluem em seu trabalho que o aquecimento global foi superestimado para os últimos 20 anos. Isto se deu devido ao fato de que existe uma série de erros em termos de forças externas, modelo de resposta e variação climática interna, nos modelos climáticos. Para reforçar a influência humana neste aquecimento global, Shakun et al (2012) comentam que a última deglaciação foi precedida pelo aumento da concentração de dióxido de carbono. Este fenômeno ocorreu de forma natural, mas a ação humana tem causado o mesmo impacto.

O nosso planeta é constantemente bombardeado por radiação, na sua maior parte oriunda do Sol. Essa radiação atinge a atmosfera na forma de luz visível, ultravioleta, infravermelha e

outros tipos de radiação não visíveis para o olho humano (Lallanila, 2016). Cerca de 30% desta radiação é refletida de volta para o espaço nas nuvens, gelo, neve, areia e outras superfícies refletoras (National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2016a). Os demais 70% são absorvidos pelos oceanos, o solo e a atmosfera.

Conforme fora comentado anteriormente, o efeito estufa é essencial à vida, pois, sem ele haveria grande amplitude térmica. Porém, Buckeridge (2006) informa que se tem uma conotação negativa quando se utiliza o termo efeito estufa, pois indica que algo de errado está acontecendo na atmosfera. O autor citado, em conformidade com a compreensão do autor deste artigo, também considera que a vida só é possível na Terra por conta desse efeito. Sharp (2012) comenta que a Lua, que quase não tem atmosfera, apresenta a temperatura variando entre 123°C, quando exposta ao Sol e -153°C na sua face escura. Redd (2012), por sua vez, destaca que a atmosfera densa, quase que integralmente constituída por dióxido de carbono com traços de nitrogênio do planeta Vênus faz com que a sua temperatura média fique em 462°C e mesmo sendo o segundo planeta em termos de distância do Sol, é o mais quente do nosso sistema solar.

Buckeridge (2006) não comenta somente os benefícios do efeito estufa, comenta os malefícios também. Segundo o mesmo, ao se falar sobre o lado “mau do efeito estufa”, poderia se compreender como: aumento artificial e desproporcionalmente rápido na concentração de alguns gases que provocam o efeito estufa, como por exemplo, CFC (Cloro-Flúor-Carbono), óxido nítrico, ozônio e o CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), que contribuem para o aumento da temperatura no planeta.

Buckeridge (2006) afirma que esses gases podem provocar mudanças climáticas expressivas na conservação da vida. Ele toma como referência para essa afirmação simulações de computador que mostram alterações de temperatura que parecem ser relativamente mínimas, de, por exemplo, 1 ou 2 graus centígrados a mais na média mundial, são capazes de gerar modificações climáticas violentas, em virtude de um possível derretimento das geleiras presentes nos polos norte e sul.

Buckeridge (2006) acrescenta que devido ao descongelamento da água nos polos a proporção de água líquida na atmosfera aumentaria provocando um aumento dos níveis de água nos oceanos e uma alteração nos regimes das chuvas em várias regiões. Os movimentos das massas de ar se alterariam por conta dos efeitos provocados pelo aumento de temperatura, que também influenciariam os regimes de chuvas. Tudo isto está associado a outro fenômeno muito conhecido e debatido na atualidade, que está diretamente ligado ao aumento de temperatura do planeta, conhecido como aquecimento global.

Segundo Vieira e Bazzo (2007), o aquecimento global pode ser definido como o aumento da temperatura média do nosso planeta, que vem sendo medida em estações meteorológicas espalhadas por todo o globo terrestre desde 1860. Segundo Bezerra (2008), o fenômeno climático conhecido como aquecimento global tem aumentado a temperatura média na superfície do planeta e as suas causas se alternam entre naturais ou antropogênicas (provocadas pelo homem).

Para Bezerra (2008) a variabilidade da radiação solar, dependente dos ciclos solares e a temperatura interna do Sol que vem aumentando seriam os principais fatores naturais. Porém, de acordo com o exposto anteriormente, Wang e Dickinson (2013) expuseram que a incidência dos raios solares não aumentou, excluindo, desta forma a principal fonte de causas naturais para o aquecimento global. Desta forma, restaram os fatores antropogênicos. A Nasa (2016a) destaca que desde 250 anos atrás a ação humana vem aumentando os níveis de concentração dos gases do efeito estufa na atmosfera, na sua maioria pela queima de combustíveis fósseis, mas também

pela redução das áreas de floresta, as quais absorviam o carbono. Esses fatores geram cada vez mais gases poluentes na atmosfera, contribuindo diretamente para o aquecimento global.

### 3 UTILIZANDO MATERIAIS DE BAIXO CUSTO PARA FALAR SOBRE QUESTÕES DA ATUALIDADE

Uma oficina pedagógica com duração de duas horas e que utilizou materiais de fácil reprodutividade foi confeccionada e ministrada no laboratório de Física do Espaço Ciência, Museu de Ciência vinculado à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTMA) do Governo do Estado Pernambuco.

Conteúdos como quantidade de calor, irradiação, capacidade térmica, radiação do corpo negro, efeito estufa, etc. foram selecionados e compuseram esta oficina, que foi realizada para um público de 225 alunos do nono ano do ensino fundamental ou do 1º ano do ensino Médio.

A oficina, realizada com 25 alunos de cada vez, ocorre com a divisão da turma em 8 grupos, sendo 7 trios e 1 quarteto. Cada grupo recebe uma ficha que contém o roteiro da oficina e algumas questões provocadoras. Primeiramente, as questões provocadoras "*O efeito estufa é formado pelo buraco na camada de ozônio?*"; "*Efeito estufa é bom ou ruim?*"; "*Como podemos medir o potencial energético do Sol com uma latinha de bebida?*" são feitas e os alunos, discutem com os seus grupos e registram as suas respostas numa ficha. Depois a discussão é estendida a todos de uma só vez, de forma a trabalhar questões como efeito estufa, aquecimento global, camada de ozônio, etc.

Após este primeiro momento, os grupos recebem os materiais que serão utilizados na oficina (latinha de bebida pintada de preto fosco, régua, calorímetro<sup>1</sup>, termômetro e um bécker graduado (que também pode ser copinho descartável de café), conforme pode ser verificado na Figura 1, abaixo) e seguem o roteiro que têm em mãos. A atividade experimental se inicia colocando-se 200 mL de água em uma latinha de bebida pintada de preto fosco e medindo a sua temperatura com um termômetro<sup>2</sup>. O valor é anotado na ficha. Após isto, a latinha é exposta ao Sol (fora do laboratório), inclinando-a de forma que a sua sombra fique o mais próximo da forma de um retângulo<sup>3</sup>, o qual era medido com a régua e as suas medidas registradas. A latinha ficava exposta ao Sol por cinco minutos (300 segundos).

Após serem realizadas estas etapas, os alunos voltam ao laboratório e medem a temperatura da água da latinha, registram o valor e colocam 100 mL desta água no calorímetro e deixavam a outra metade da água na própria latinha preta.

---

<sup>1</sup> - o calorímetro foi confeccionado antes da realização das oficinas com porta-latinha (em isopor) e latinha de alumínio. A tampa do calorímetro também foi confeccionada com isopor.

<sup>2</sup> - o ideal seria que a temperatura fosse medida várias vezes e tirada uma média, mas, como o período da oficina é curto, é realizada uma medida e todos os integrantes do grupo fazem a leitura do termômetro, de forma a obter um único valor por grupo.

<sup>3</sup> - quando a sombra fica o mais próximo de um retângulo, o valor da altura deste retângulo é a altura da lata e o valor da largura do mesmo é o diâmetro da lata, sendo, pois, medidos pelos alunos a altura e o diâmetro desta.



**Figura 1: material utilizado na oficina**

Na sequência da oficina e com os valores requeridos registrados (ver Tabela 1, abaixo), foi proposto que os participantes da oficina, em seus respectivos grupos, medissem a intensidade da energia irradiada pelo Sol por segundo, utilizando o formulário contido na ficha que receberam no início da oficina e descrito abaixo. Conforme comentado anteriormente, a ficha que os alunos receberam foi baseada em roteiro desenvolvido pela equipe do CDCC/USP (USP, 2004). Neste roteiro existe uma tabela que os alunos preencheram com dados como: massa, calor específico, temperatura inicial e final (antes e depois de ser da latinha ser exposta ao Sol) da água, a qual foi adequada para a oficina e era disponibilizada para os estudantes tal como podemos verificar abaixo:

Tabela 1: Medidas e dados – Energia Irradiada pelo Sol (USP, 2004)

m <sub>água</sub> (g)	C <sub>água</sub> (cal/g°C)	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>f</sub> (°C)	t (s)	D <sub>lata</sub> (cm)	H <sub>lata</sub> (cm)	R <sub>Terra-Sol</sub> (cm)
	1,0						1,5x10 <sup>13</sup>

onde: m é massa; c, calor específico; T<sub>i</sub>, temperatura inicial; T<sub>f</sub>, temperatura final; t, tempo; D, diâmetro; H, altura; e R, raio.

O calor específico e a distância da Terra ao Sol (distância média) foram dados previamente aos alunos, na tabela, pois os seus valores são fixos. A massa da água e os valores da sua temperatura antes e após a exposição ao Sol são necessários para que seja encontrada a energia absorvida (calor) pela água/lata. O diâmetro e a altura da lata são importantes para dimensionar a área da lata exposta ao Sol e, com isto, encontrar a energia por área, que, junto com a distância da Terra ao Sol possibilita a obtenção numérica da energia do Sol.

Após o preenchimento da tabela, utilizando o formulário contido na ficha, os alunos puderam encontrar o valor da potência irradiada pelo Sol (potência solar), tal como descrito abaixo:

1,0 mL de água = 1,0g de água

$Q = mc(T_f - T_i) \rightarrow$  quantidade de calor recebida pela água. O calor indica a energia recebida pela água, ou seja, o  $Q = E$ ;

$\frac{Q}{t} = R \rightarrow$  razão entre a quantidade de calor e o tempo de exposição. Como a resposta da equação anterior é dada em cal/s, multiplicamos o valor da razão por 4,186 para acharmos o valor em J/s ou watt;

$\frac{R}{D.H} \rightarrow$  energia irradiada recebida pela água por unidade de tempo, por unidade de área;

$A_{\text{total}} = 4\pi R^2 = 28,26 \times 10^{26} \rightarrow$  área da esfera que a energia irradiada pelo Sol atravessa;

$P_{\text{total}} = \frac{E_{\text{total}}}{t} = \left(\frac{E}{t}\right) \times A_{\text{total}} \rightarrow$  energia total irradiada pelo Sol por unidade de tempo, ou potência solar.

Depois de encontrarem o valor da potência solar, este valor foi comparado com o valor padrão. Na sequência, considerando o Sol como um corpo negro e, portanto um emissor perfeito, e tendo o valor da constante de Stefan-Boltzmann, a qual também foi disponibilizada na ficha entregue aos alunos juntamente com a equação abaixo.

$E = \sigma T^4$ , onde E é o poder emissivo de um corpo negro (no nosso caso é a potência solar),  $\sigma$  é a constante de Stefan-Boltzmann que vale  $5,7 \cdot 10^{-8} \text{W/m}^2 \text{K}^4$ ; e T é a temperatura em Kelvin.

Com esta equação foi possibilitado aos alunos encontrarem a temperatura da superfície do Sol. Após serem efetuados todos estes cálculos, foi novamente medida a temperatura da água que estava na latinha e também a da água que estava no calorímetro. Foi perceptível a diferença de temperatura, sendo o calorímetro comparado à atmosfera, que mantém a temperatura do

planeta, evitando que a área exposta ao Sol se esfrie totalmente ao deixar de ser iluminada por este, durante a noite. Este fenômeno é conhecido como o efeito estufa. Desta forma, através de latinhas de alumínio, foi explicado fisicamente o comportamento térmico do nosso planeta.

#### 4 APRESENTANDO E DISCUTINDO OS RESULTADOS

Questões iniciais sobre o efeito estufa, antes da discussão foram respondidas, quase que na sua totalidade, da seguinte forma: “É o processo quando o Sol entra na atmosfera e não consegue mais sair. Isso é ruim porque causa danos ao ambiente e aos seres vivos” ou “É um calor acumulado num local. É ruim porque as geleiras derretem e acaba aumentando o nível do mar”.

Após as discussões ocorridas durante a oficina, os alunos mostraram-se bem mais conhecedores do assunto, dando novas respostas sobre o efeito estufa, como, por exemplo: “O efeito estufa é aumentado devido à emissão de gases poluentes.” ou “É bom, pois é necessário para a vida em nosso planeta, mas em excesso se torna prejudicial”.

Para ilustrar alguns dos resultados das oficinas, disponibilizamos os dados obtidos durante oficinas realizadas no mês de maio, pois em Olinda - PE este mês é ideal para a execução da mesma, uma vez que é normalmente um mês quente e no qual o céu apresenta-se sem nuvens, havendo, conseqüentemente, uma grande incidência dos raios solares. Quanto mais limpo o céu, melhor, pois haverá menos dispersão da energia solar.

Tabela 2: Medidas realizadas pelos alunos durante as oficinas

m <sub>água</sub> (g)	C <sub>água</sub> (cal/g°C)	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>f</sub> (°C)	t (s)	D <sub>lata</sub> (cm)	H <sub>lata</sub> (cm)	R <sub>Terra-Sol</sub> (cm)
200	1,0	27	30	300	6,2	12	1,5x10 <sup>13</sup>

Faz-se necessário enfatizar que os valores do calor específico da água e da distância Terra-Sol foram fornecidos previamente. De posse destes valores e utilizando-se as equações supracitadas, os seguintes resultados foram obtidos:

$$Q = mc(T_f - T_i) \rightarrow Q = 200 \cdot 1 \cdot (30 - 27) \rightarrow Q = 600 \text{ cal}$$

$\frac{Q}{t} = R \rightarrow 600/300 \rightarrow 2 \text{ cal/s}$ . Este valor foi multiplicado por 4,186 para que fosse encontrado o valor em joules = 8,372 J  $\approx$  8,4 J.

$$\frac{R}{D.H} = 8,4/6,2 \cdot 12 \approx 0,113 \text{ W/cm}^2.$$

$$P_{\text{total}} = \frac{E_{\text{total}}}{t} = \left(\frac{E/t}{D.H}\right) \times A_{\text{total}} \rightarrow 0,113 \cdot 28,26 \cdot 10^{26} \approx 3,2 \cdot 10^{26} \text{ W}.$$

Este foi o potencial energético do Sol encontrado experimentalmente. Este valor da energia do Sol foi posto na equação do poder emissivo do corpo negro e, com isto, encontrada a sua temperatura.

$$E = \sigma T^4 \rightarrow 3,2 \cdot 10^{26} = 5,7 \cdot 10^{-8} \cdot T^4 \rightarrow T \approx 5.515K.$$

Os valores encontrados experimentalmente encontram-se sintetizados na Tabela 3, abaixo, juntamente com os seus respectivos valores de referência:

**Tabela 3: valores da energia e temperatura do Sol**

	<b>Potência do Sol (W)</b>	<b>Temperatura na superfície do Sol (K)</b>
<b>Valor médio experimental</b>	$3,2 \cdot 10^{26}$	5.515
<b>Valor de referência</b>	$4,0 \cdot 10^{26}$ (Stensmann, 2010)	5.777 (NASA, 2016b)

De forma simples, foi explicado que, como a potência do Sol é bem grande, o Sol tem uma enorme capacidade de aquecer os objetos e corpos celestes (inclusive a Terra) expostos à sua radiação. Para um corpo ser mais ou menos aquecido, depende da intensidade de raios solares que chegarão à sua superfície e, de forma bem simples, quanto maior a distância de um corpo ao Sol, menor intensidade de raios solares este corpo recebe.

Como a principal forma do Sol irradiar energia é através do calor, o valor da sua temperatura também é bem elevado. Parte desta energia irradiada chega à Terra e, de acordo com a distância entre a Terra e o Sol e com a nossa atmosfera, são obtidas as condições ideais para a sobrevivência dos seres humanos e demais seres vivos na Terra.

As respostas dos alunos demonstram o conhecimento que eles construíram durante as discussões, sendo perceptível a importância do efeito estufa e o problema que a emissão descontrolada de gases na atmosfera está aumentando este efeito benéfico e tornando-o prejudicial. Isto se deve ao fato de que a temperatura do nosso planeta tem aumentado, causando desastres naturais, tais como o derretimento das calotas polares e, por este motivo, aumento do nível do mar, entre outras coisas.

O valor de  $3,2 \cdot 10^{26}$  watts encontrado no cálculo do potencial energético do Sol foi muito bom, tendo em vista o valor padrão de  $4,0 \cdot 10^{26}$  watts (Stensmann, 2010). Este valor foi comparado à capacidade instalada de geração elétrica no Brasil ( $1,2 \times 10^{11}$  W) e no mundo ( $5,5 \times 10^{12}$  W) (Brasil, 2013), de forma a ilustrar o quanto é grande a energia do Sol. O valor encontrado para a temperatura do Sol, de 5.515K (5.242°C), também foi excepcional, tendo em vista que foram utilizadas régua escolar, cronômetro manual, termômetro de cozinha etc., pois esta temperatura, na sua superfície, é de 5.777K (5.504°C) (NASA, 2016b). Com isto, houve um erro percentual de menos de 5%!

A utilização do calorímetro para fazer uma analogia com a atmosfera foi bastante proveitosa, pois, demonstrou o papel primordial da mesma para a existência da vida, além de enfatizar que a mesma deve ser zelada, pois ela mesma (camada de ozônio) também nos protege contra o excesso da radiação solar. Foi citado para os alunos o esforço internacional para

minimizar a emissão de compostos de carbono na atmosfera, de forma a tentar minimizar o aquecimento global. Como no começo da oficina houve muita confusão entre efeito estufa e aquecimento global, foi enfatizado novamente que o efeito estufa era natural e essencial à vida e que o aquecimento global se dá devido à ação antrópica. Foi comentado também que Vênus, embora não seja o planeta mais próximo ao Sol, mas é o mais quente, devido à sua atmosfera rica em carbono (NASA, 2016c).

## 5 CONCLUSÕES

As escolas, em sua maioria, mesmo que apresentem laboratórios de física/ciências, não os utiliza. Com isto, os alunos deixam de vivenciar a física na sua essência, o que gera um desinteresse pela disciplina. Esta oficina mostrou que é possível realizar trabalhos experimentais de física sem dispor de muitos recursos para isto, pois, mesmo utilizando materiais de baixo custo e equações desenvolvidas com o uso de matemática elementar, resultados bem expressivos puderam ser alcançados.

Através de latinhas de alumínio foram calculadas a potência e a temperatura do Sol, com uma diferença de cerca de 5% em relação aos valores de referência! Além disto, o efeito estufa e o aquecimento global foram discutidos, se enfatizando a importância do primeiro e o papel do homem no segundo. Este fato despertou nos estudantes a necessidade de cuidar melhor do nosso planeta, diminuindo a emissão de gases que aumentam o efeito estufa, causando o aquecimento global. Como escreveu Saad (2005):

O despertar de nossos estudantes para o maravilhoso mundo da Ciência e suas aplicações é uma emocionante aventura que pode principiar-se com o envolvimento dos estudantes em singelas atividades manipulativas as quais poderão despertar seus interesses para melhor compreender o “porquê” das coisas; abrir seus horizontes e levá-las a observar, questionar, criticar, entender, enfim, conduzi-las para a criação de hábitos sadios de estudos, disciplina, além de, respeito pela preservação do nosso ambiente, por intermédio de uma postura crítica e participativa.

As atividades experimentais e as discussões pré e pós-experimentação serviram como instrumentos para que os alunos conhecessem mais um pouco sobre a energia irradiada pelo Sol, o seu papel e o papel da atmosfera da Terra para a manutenção da vida no nosso planeta, tornando evidente a interferência do homem nas mudanças climáticas e o dever de cada um, como cidadão, para a sua preservação, pois, como Ivanissevich, Wuensche e Rocha (2010) afirmaram, é necessário que haja a conscientização que a preservação da natureza ainda é o melhor caminho para a preservação da vida na Terra.

## REFERÊNCIAS

Bezerra, E. A. (2008). *Causas e conseqüências do aquecimento global*. Rio de Janeiro. Recuperado de <http://www.webartigos.com/artigos/causas-e-consequencias-do-aquecimento-global/4013/>.

- Brasil. (2013). *Anuário estatístico de energia elétrica 2015*. Rio de Janeiro: EPE/MME. Recuperado de [http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2015.pdf](http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Anuário%20Estatístico%20de%20Energia%20Elétrica%202015.pdf).
- Brasil. (2001). *Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio (PCN+)*. Brasília: MEC/SEF.
- Buckeridge, M. S. (2006). *O efeito estufa e a biodiversidade*. São Paulo: Autor. Recuperado de <http://felix.ib.usp.br/pessoal/marcos/minhawe5/schedule.htm>.
- Chen, X., & Tung, K. (2014). Varying planetary heat sing led to global-warming slowdown and acceleration. *Science*, 345(6199), 897-903. Recuperado de <http://science.sciencemag.org/content/345/6199/897.full>.
- Driver, R, Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1999). Construindo conhecimento científica na sala de aula. *Química Nova na Escola*, 9, 31-40.
- Eddy, J. A. (1980). Climate and the Role of the Sun. *The Journal of Interdisciplinary History*, 10(4), 725–747. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/203068>.
- Fyfe, J. C., Gillett, N. P., & Zwiers, F. W. (2013). Overestimated global warming over the past 20 years. *Nature Climate Change*, 3, 767-769. Recuperado de <http://www.blc.arizona.edu/courses/schaffer/182h/Climate/Overestimated%20Warming.pdf>.
- Ivanissevich, A., Wuensche, C. A., & Rocha, J. F. V. (2010). *Astronomia Hoje*. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje.
- Karl, T.R, Arguez, A., Huang, B., Lawrimore, J. H., Mcmahon, J. R., Menne, M. J., Peterson, T. C., Vose, R. S., & Zhang, H. M. (2015). Possible artifacts of data biases in the recent global surface warming hiatus. *Science*, 348(6242), 1469-1472. Recuperado de <http://science.sciencemag.org/content/348/6242/1469.full>.
- Kosaka, Y., & Xie, S.P. (2013). Recent global-warming hiatus tied to equatorial Pacific surface cooling. *Nature*, 501, 403-407. Recuperado de <http://www.nature.com/nature/journal/v501/n7467/full/nature12534.html>.
- Lallanila, M. (2016). *What is the greenhouse effect?* New York: Autor. Recuperado de <http://www.livescience.com/37743-greenhouse-effect.html>.
- National Aeronautics and Space Administration. (2016a). *Global Warming*. Washington (DC): Autor. Recuperado de <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/page2.php>.
- National Aeronautics and Space Administration. (2016b). *Sun: Facts & Figures*. Washington (DC): Autor. Recuperado de <http://solarsystem.nasa.gov/planets/sun/facts>.
- National Aeronautics and Space Administration. (2016c). *The planet Venus*. Washington (DC): Autor. Recuperado de [http://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/F\\_The\\_Planet\\_Venus\\_5-8.html](http://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/F_The_Planet_Venus_5-8.html).

- Redd, N. T. (2012). *How hot is Venus?* New York: Autor. Recuperado de [http://www.space.com/18526-venus-temperature.html?\\_ga=1.228210846.2037217780.1478194564](http://www.space.com/18526-venus-temperature.html?_ga=1.228210846.2037217780.1478194564).
- Saad, F. D. (coord). (2005). *Demonstrações em ciências: explorando fenômenos da pressão do ar e dos líquidos através de experimentos simples*. São Paulo: Livraria da Física.
- Shakun, J. D., Clark, P. U., He, F., Marcott, S. A., Mix, A. C., Liu, Z., Otto-Bliesner, B., Schmittner, A., & Bard, E. (2012). Global warming preceded by increasing carbon dioxide concentrations during the last deglaciation. *Nature*, 484, 49-54. Recuperado de <http://www.nature.com/nature/journal/v484/n7392/full/nature10915.html>.
- Sharp, T. (2016). *What is the temperature on the Moon?* New York: Autor. Recuperado de [http://www.space.com/18175-moon-temperature.html?\\_ga=1.186251690.2037217780.1478194564](http://www.space.com/18175-moon-temperature.html?_ga=1.186251690.2037217780.1478194564).
- Stensmann, B. H. W. (2010). *Energia emitida pelo Sol*. Porto Alegre: Autor. Recuperado de [http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/mef008\\_02/Berenice/aula4.html](http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/mef008_02/Berenice/aula4.html).
- Universidade de São Paulo. Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC/USP). (2004). *Calorimetria: energia irradiada pelo Sol*. São Paulo: Autor. Recuperado de [http://www.cdcc.usp.br/exper/medio/fisica/kit3\\_calorimetria/exp6\\_termo.pdf](http://www.cdcc.usp.br/exper/medio/fisica/kit3_calorimetria/exp6_termo.pdf).
- Vieira, K. R. C. F., & Bazzo, W. A. (2007). Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. *Ciência & Ensino*, 1 (número especial). Recuperado de <http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/155/119>.
- Wang, K., & Dickinson, R. L. (2013). Contribution of solar radiation to decadal temperature variability over land. *PNAS*, 110(37), 14877-14882. Recuperado de <http://www.pnas.org/content/110/37/14877.full>.
- Wwf Brasil. (2014). *As mudanças Climáticas*. Brasília: Autor. Recuperado de [http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/reducao\\_de\\_impactos2/clima/mudancas\\_climaticas2/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/).