



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS ANGICAL
CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA**

JOEL LUCIO SOUSA MOTA

**UTILIZANDO O GERADOR DE HIDROGÊNIO NO ENSINO DE FÍSICA COMO
UMA FONTE DE ENERGIA RENOVAVEL**

ANGICAL

2019

JOEL LUCIO SOUSA MOTA

UTILIZANDO O GERADOR DE HIDROGÊNIO NO ENSINO DE FÍSICA COMO UMA
FONTE DE ENERGIA RENOVAVEL

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Física do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí. Campus Angical.

Orientador: Prof. Me. Wemerson José Alencar.

ANGICAL

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Mota, Joel Lucio Sousa

M917u Utilizando o gerador de hidrogênio no ensino de física como uma fonte de energia renovável / Joel Lucio Sousa Mota. - 2019.
17 f.: il. color.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Angical Licenciatura em Física, 2019.

Orientador : Prof Me. Wemerson José Alencar.

1. Ensino de física. 2. Educação ambiental. 3. Termodinâmica. 4. Experimentos. I. Título.

CDD - 530

Elaborado por Jesselina Soares de Sena CRB 3/1373

UTILIZANDO O GERADOR DE HIDROGÊNIO NO ENSINO DE FÍSICA COMO UMA FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL

Trabalho de Conclusão de Curso artigo apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus Angical.

Aprovada em: 27 / 02 / 2019 .

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Wemerson José Alencar, (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me Rodrigo Almeida dos Santos (Avaliador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Es. Juraci Pereira dos Santos, (Avaliador) Instituto Federal do Piauí (IFPI)

UTILIZANDO O GERADOR DE HIDROGÊNIO NO ENSINO DE FÍSICA COMO UMA FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL

Joel Lúcio Sousa Mota¹
Wemerson José Alencar²

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo geral destacar a importância do gás hidrogênio na substituição dos atuais combustíveis fósseis e investigar a eficácia do protótipo experimental gerador de hidrogênio no ensino de Termodinâmica e Educação ambiental no Ensino Médio do Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia do Piauí/ Campus Angical. A metodologia de pesquisa utilizada foi descritiva com abordagem qualitativa, sendo realizada com os alunos da segunda série do Ensino Médio no Instituto Federal de Ciências e tecnologia do Piauí – Campus Angical, onde foi elaborado uma micro aula, realizado o experimento e posteriormente aplicado questionários para medir o que foi absorvido pelos discentes. O resultado desta pesquisa mostra que as atividades experimentais culminaram em uma absorção considerável do conteúdo trabalhado, mostrando que os estudantes compreenderam os fenômenos termodinâmicos e a importância do gerador de hidrogênio na substituição dos atuais combustíveis fósseis. O presente trabalho teve como base teórica os seguintes autores Rosa, Perez e Drum (2007), Conelheiros e Luciano (2012), Neto; Moreira (2007), Fogaça, (2019), Holladay, (2009), Masterton, (1990) e Marconi e Lakatos (2010).

Palavras chaves: Ensino de Física. Educação Ambiental. Termodinâmica. Experimentos.

ABSTRACT

This work aims to highlight the importance of hydrogen gas in the replacement of current fossil fuels and to investigate the efficacy of the experimental prototype hydrogen generator in the teaching of Thermodynamics and Environmental Education in the High School of the Federal Institute of Education Sciences and Technology of Piauí. The research methodology used was descriptive with a qualitative approach, being carried out with the students of the second grade of the Secondary School of the Federal Institute of Sciences and Technology of Piauí - Campus Angical, where a microclass was elaborated and carried out an experiment and later applied questionnaires to measure which was absorbed by the students. The result of this research shows that the experimental activities culminated in a considerable absorption of the content worked, showing that the student understood the thermodynamic phenomena and the importance of the hydrogen generator in replacing the current polluting fuels. The present work was based on the following authors Rosa, Perez and Drum (2007), Conelheiros and Luciano (2012), Neto; Moreira (2007), Fogaça, (2019), Holladay, (2009), Masterton, (1990) and Marconi and Lakatos (2010).

¹ Aluno do curso de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí/ Campus Angical. E-mail: joellucio991@gmail.com.

²Orientador. Mestre em Física. Professor do curso de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí/ Campus Angical. Orientador de trabalho. E-mail: wemersonalencar@ifpi.edu.br.

INTRODUÇÃO

A poluição provocada por países desenvolvidos vem sendo discutida continuamente nos dias atuais e uma das soluções encontradas pelas grandes potências, como China, Estados Unidos, Rússia, Japão etc. Para contornar o problema é a utilização de energia renovável como fonte de transformação de energia, que, se tratando de energia limpa, os danos causados ao meio ambiente são mínimos. No âmbito escolar, é necessário que o ensino de ciências incorpore a educação ambiental como parte integrante da grade disciplinar, de forma a aproximar os indivíduos as questões do cotidiano referentes ao meio ambiente e contribuir para que participem de forma crítica e consciente na sociedade contemporânea.

No meio científico entre as formas alternativas de se obter energia, destaca-se o uso do hidrogênio como energia limpa e profusa. Apesar de ser o nono elemento mais abundante no planeta, o gás hidrogênio não é encontrado em sua forma pura, somente ligado a outros elementos como na molécula de água (H_2O). Como o objetivo geral da pesquisa é obter hidrogênio, optou-se pela construção de uma célula experimental de hidrogênio que proporciona como produto hidrogênio ao mesmo tempo em que se mostra como ferramenta facilitadora de conceitos físicos. Nesse sentido, o presente trabalho visou verificar por meio da aplicação de questionários os impactos da experimentação no ensino de física especificamente aplicada ao conteúdo de termodinâmica relacionando com o meio ambiente e Incentivar os alunos do Instituto Federal de Educação, Ciências e tecnologia do Piauí / Campus Angical, sobre a importância do gás hidrogênio na substituição dos combustíveis prejudiciais ao ambiente.

O estudo foi realizado com alunos da 2ª série do Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – Campus Angical, tendo como intuito avaliar os impactos do uso do gerador de hidrogênio no ensino de física como fonte de energia renovável. Já que é sugerida a incorporação da educação científica ao ensino de Física como método de conscientizar os estudantes sobre valorização e respeito à natureza, bem como a participação consciente dos mesmos na tomada de decisões em torno dos problemas sociais.

O presente trabalho teve como base teórica os seguintes autores Rosa, Perez e Drum (2007), Conelheiros e Luciano (2012), Neto; Moreira (2007), Fogaça, (2019), Holladay, (2009), Masterton, (1990) e Marconi e Lakatos (2010).

2 A IMPORTÂNCIA DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS

Uma das grandes preocupações atuais diz respeito às grandes quantidades de materiais poluidores despejados na atmosfera e ou no solo, dentre os países que mais contribuem nesse sentido destacam-se a China, Estados Unidos, Rússia, Japão etc. A Organização das Nações Unidas (ONU) organizou a Conferência das Nações Unidas objetivando discutir e encontrar soluções economicamente viáveis (que não causasse danos à economia de cada país) para o problema da poluição causada por essas grandes potências.

A conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, elaborou a conferência Rio+20 que foi realizada de 13 a 22 de junho de 2012 na cidade do Rio de Janeiro, onde discutiu-se a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável, a erradicação da pobreza, e a estrutura institucional para um desenvolvimento sustentável. Esta conferência tinha como objetivo principal erradicar as poluições geradas por alguns países consideradas os mais poluidores na qual esses países são; China, Estados Unidos, União Europeia, Índia, Rússia Japão, Brasil, Indonésia México e Irã. (SITE RIO+20, ASSEMBLEIA GERAL DE 2009).

Um dos objetivos estabelecido na conferência da Rio+20 é de fator econômico na qual o principal foco é investimento em energias sustentáveis e ecológicas, de modo que gere empregos e não cause danos ao meio ambiente, diferente das formas de energia poluidoras, pois as formas de investimento em energia sustentável no Brasil desperta o interesse da população em geral a respeito de como pode ser possível erradicar a poluição gerada por alguns países, entretanto as ideias desenvolvidas pela conferência promove uma solução no fator da sustentabilidade quanto econômico, o mesmo acontece com o alunado de uma turma de ensino médio, quando exposto a uma situação problema, onde o mesmo buscara de forma sucinta de como solucionar a situação a qual foi submetido.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) afirmam ser a interdisciplinaridade essencial ao desenvolvimento de temas ligados ao meio ambiente, sendo necessário desfragmentar os conteúdos e reunir as informações dentro de um mesmo contexto, nas várias disciplinas. Portanto ao abordar o contexto

interdisciplinar é possível imaginar uma real situação na qual o professor terá que lidar conjuntamente com demais disciplinas.

Assim, os conhecimentos físicos devem ser trabalhados de modo que os conceitos sejam compreendidos de forma ampla e significativa, no sentido de “contribuir para a formação de cidadãos conscientes, aptos a decidir e a atuar na realidade socioambiental de modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada um e da sociedade, local e global”. (BRASIL, 1998, p.67).

Ao abordar contextos mistos em educação ambiental pode-se despertar o interesse do alunado em ambas as disciplinas e instigar o raciocínio lógico coletivamente, além de despertar o interesse em proteger a natureza.

A Educação Ambiental é a ação permanente pela qual a comunidade educativa tende à tomada de consciência de sua realidade global, do tipo de relações que os homens estabelecem entre si e com a natureza dos problemas derivados destas relações. (CARVALHO, 2006 p.56).

Pois o principal foco da educação ambiental é alertar os riscos que nosso planeta vem enfrentando devido a falta de conscientização da geração atual com as futuras gerações.

3 A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA.

O uso da experimentação em sala de aula tem como principal objetivo instigar os estudantes a participar da aula e interagir, tirando suas duvidas e participando de diálogos sobre o conteúdo que o aluno evidentemente poderá aprender de forma significativa.

”Com base nessa visão de ensino, as atividades experimentais em ciências passam a ter papel fundamental na prática pedagógica. Muito mais do que proporcionar a manipulação de equipamentos e instrumental próprio, ou mesmo a interação dos estudantes com o objeto do conhecimento, essas atividades apresentam uma potencialidade enquanto instância problematizadora e mecanismo favorecedor de temas que compõem as múltiplas dimensões do desenvolvimento humano. As atividades experimentais não podem ser entendidas como testabilidade de conhecimentos, ou, mesmo, ter o intuito de transmissão de conteúdos científicos, mas devem se apresentar como espaços favorecedores a observações, discussões, interações entre professor-aluno e aluno-aluno, de desenvolvimento de habilidades de organização mental, de formação de atitudes; ainda, precisa ser entendido como espaço privilegiado ao estímulo e à motivação para aprender e para aprender a aprender”. (ROSA, PEREZ E DRUM, 2007p.09)

Portanto para desenvolver uma situação problematizadora é necessário a interação entre professor – aluno, aluno - professor e aluno – aluno, quando o profissional da educação tem interação direta com os estudantes e consegue impor

uma situação problema a qual faz com que o alunado fique instigado de como resolver a situação, o professor está proporcionando uma construção de conhecimento organizado. Quando o professor usa um experimento em sala de aula sem contexto científico e ou sem interação com os estudantes acarretará em informações desconexas, logo o aluno não desenvolverá conhecimento necessário para compreender os fenômenos físicos presentes no seu cotidiano.

É importante destacar também o papel da experimentação como meio facilitador do ensino-aprendizagem, pois se constitui um meio didático de grande eficiência, tendo em vista que dessa maneira a construção do conhecimento é feita pelo próprio aluno no aprender a fazer, manusear, por meio da curiosidade e investigação.

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. (BRASIL, 2002, p.37).

É preciso que os professores de Física adotem novos meios didáticos de ministrar aula além dos tradicionais, buscando a incorporação de novos métodos de ensino que mostrem maior eficiência no processo de construção de conhecimento. É importante destacar a importância da experimentação como prática de ensino, onde o educando aprende a fazer relação entre o abstrato e o real de maneira lúdica, relacionando os conceitos físicos presentes naquela situação.

4 A EXPERIMENTAÇÃO GERADOR DE HIDROGÊNIO NO ENSINO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL.

As fontes de energia sustentáveis podem ser estudadas no ensino de Física em forma de experimentações de baixo custo, na qual foi gasto em torno de 70 reais, já que a experimentação propõe uma melhor compreensão dos discentes sobre o que é estudado, assim construindo um conhecimento crítico sobre os conceitos físico e ambiental.

A experimentação gerador de hidrogênio tem por finalidade impor a ideia de energia renovável, já que o átomo de hidrogênio está presente em vários compostos químico, então fica viável a imaginar que ele possa reagir com outro tipo de composto,

como por exemplo, a reação do hidrogênio com o oxigênio. O hidrogênio não é um combustível primário, encontrando-se quase sempre associado a outros elementos químicos, e para utilizá-lo é necessário extraí-lo de sua fonte de origem, o que normalmente implica no gasto de uma certa quantidade de energia.

Quando queimado com ar, constituído por cerca de 68% de nitrogênio e 21% de oxigênio, alguns óxidos de nitrogênio (NOX) são formados. Ainda assim, a queima de hidrogênio com ar produz menos poluentes atmosféricos que os combustíveis fósseis (petróleo, carvão). Devido o hidrogênio ser mais leve que o ar e com isto escapar mais facilmente, não fica acumulado no caso de ocorrer um vazamento, ele se torna mais seguro que o gás de cozinha (GLP) e combustíveis líquidos (Etanol, Diesel e Gasolina), com isto evita explosões e grandes incêndios. (CONELHEIROS E LUCIANO, 2012, p.02)

Dentre todos os combustíveis o hidrogênio é o que possui a maior quantidade de energia por unidade de massa, cerca de três vezes o poder calorífico dos combustíveis derivados de petróleo. No entanto, o hidrogênio produzido não é uma forma de energia 100% limpa, pois, como visto acima, na combustão do hidrogênio com o oxigênio surgirá uma partícula chamada NOX (óxido de nitrogênio) que pode ser prejudicial ao ambiente, mesmo assim, a queima do hidrogênio torna-se menos prejudicial ao ambiente quando comparada aos combustíveis fósseis.

A principal vantagem do hidrogênio é que reações químicas necessárias para reconvertê-lo em energia produzem somente água como produto final, ou seja, não há emissão de gases poluentes ou gases de efeito estufa (NETO; MOREIRA, 2007, p.02).

Segundo Conelheiro e Luciano, o hidrogênio é o mais simples e mais comum elemento do Universo, ele está presente em quase tudo. Ele compõe 75% da massa do Universo e 90% de suas moléculas, como a água (H_2O) e as proteínas nos seres vivos. No planeta Terra, compõe aproximadamente 70% da superfície terrestre., que após a sua queima não causa quase nenhum dano ao meio ambiente, a reação química necessária para converter o hidrogênio e oxigênio em água novamente é a combustão, as moléculas de oxigênio e hidrogênio sofrem fusão das moléculas formando vapor de água H_2O .

Além disso é possível utiliza-lo na substituição de combustíveis poluidores como o gás GPL (gás de cozinha) e até da gasolina, combustível que quando queimado libera monóxido de carbono na atmosfera.

5 O ENSINO DE TERMODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO.

a. Conceito físico da experimentação Gerador de Hidrogênio (Termodinâmica).

Segundo o Xavier e Benigno (2010), a primeira lei da Termodinâmica constitui-se no princípio da conservação de energia. Isso significa que o valor da energia de um sistema é constante, não podendo ser criada ou destruída, apenas transformada. Portanto a primeira lei da termodinâmica descreve a variação da energia interna de um gás (agitação das moléculas) e o trabalho realizado ou sofrido por ele e o calor trocado com o ambiente.

A primeira lei da termodinâmica pode ser expressa de acordo com a relação abaixo:

$$\Delta U = Q - W \quad (\text{Equação 1})$$

Para entender a eq. 01 imagine um recipiente fechado com um gás dentro e um êmbolo na tampa do recipiente impedindo a saída do gás, a ideia é fazer com que o gás receba calor do ambiente, fazendo com que a variação de volume (W) seja menor. Já na eq.02 nos leva imaginar a realização de trabalho sobre o gás, ou seja, aplicar uma força sobre o embolo até comprimir o gás, consequentemente o trabalho realizado resultará em uma variação de energia interna (ΔU) e implicará no aumento de temperatura do gás (Q). A primeira lei da termodinâmica deixa bem óbvio o princípio de conservação de energia, pois o trabalho realizado sobre um gás consequentemente resultará na conversão da força em calor.

No gerador de hidrogênio a fonte de calor será os eletrodos que estão mergulhados na água em recipiente fechado, pois ao submeter uma corrente elétrica a solução aquosa a irá ter uma resistência elétrica, fazendo com que a solução fique com temperatura elevada em relação a ambiente, ao aquecer consequentemente a variação de energia interna irá crescer e o gás que está saindo (hidrogênio e oxigênio) aumentará de volume, realizando trabalho sobre a tampa do recipiente, fazendo com que o gás seja expelido por um suspiro. Quando removemos a fonte quente, ou seja, desligamos os eletrolisadores, o gás e a água irão perder calor para o ambiente, sofrendo trabalho devido a pressão atmosférica.

A segunda lei da termodinâmica de acordo com Martini, M. Spinelli, W. Reis, C, H, (2016). O calor não migra espontaneamente de um corpo de temperatura mais baixa para outro de temperatura mais alta. Assim, a segunda lei da termodinâmica afirma a impossibilidade de se converter integralmente calor em trabalho. Por isso,

dizemos que o calor se constitui em uma forma degradada de energia ou seja, calor é uma forma de perda de energia.

No gerador de Hidrogênio parte da energia gasta é perdida na forma de calor, já que o experimento é uma máquina térmica, a energia gasta nos eletrolisadores é dissipada em forma de calor no ambiente externo. Logo abaixo está representado matematicamente a segunda lei da termodinâmica:

$$W = Q' - Q'' \quad (\text{Equação 02})$$

A equação acima descreve que o trabalho realizado (W) sempre vai ser metade da energia inicial (Q') menos metade da energia final (Q''), que é a energia perdida para ambiente externo.

5.1 CONCEITO QUÍMICO.

A eletrólise é de fato um processo delicado, portanto para o processo ocorrer é necessário aumentar a condutividade elétrica da água misturando algum composto iônico.

No entanto, a água é um eletrólito muito fraco e, apesar de possuir esses íons, ela não consegue conduzir corrente elétrica. Assim, para realizar a sua eletrólise, isto é, a sua decomposição por meio de corrente elétrica, é necessário acrescentar um eletrólito, um soluto iônico que pode ser um sal, uma base ou um ácido. (FOGAÇA; 2019, p.04).

A eletrólise da água ocorre quando uma solução aquosa de NaCl ou outro hidróxido é misturado a água, posteriormente aplicando uma corrente elétrica na solução, surgirá uma diferença de potencial fazendo com que os átomos de hidrogênio e oxigênio se separem quebrando a estrutura molecular da água H₂O.

De um modo simplista, a eletrólise da água utiliza corrente elétrica que atravessa dois eletrodos, permitindo a dissociação da água em oxigênio (O₂) e hidrogênio (H₂). Assim, a conversão de energia elétrica em energia química sob a forma de hidrogênio altamente puro torna-se essencial (HOLLADAY ET. AL., 2009, p.03).

Este processo ocorre porque os átomos de H₂ e Na são iônicos positivos e os átomos de O₂ e Cl são iônicos negativos, assim os átomos com cargas positivas tendem a ser puxados pelo eletrodo negativo (cátodo) e os átomos com carga positiva pelo eletrodo positivo (ânodo). No processo de eletrólise como já indicado em situações acima, tem um grande gasto de energia para realizar o processo de quebra da molécula da água. A lei que descreve o gasto de energia em uma eletrólise, foi imposta pelo Físico – Químico Michael Faraday. Segundo Masterton a quantidade de produto formado ou reagente consumido pela eletrólise deve ser diretamente

proporcional à corrente que flui pela célula eletrolítica (MASTERTON ET AL., 1990, p.06). Portanto é considerado que o gasto de energia para o processo de eletrolise da água é uma desvantagem, mas ainda sim o gás hidrogênio torna-se mais viável que outras formas de combustíveis.

6 METODOLOGIA:

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa descritiva com abordagem qualitativa. Segundo Marconi e Lakatos (2010), explicam que a abordagem qualitativa se trata de uma pesquisa que tem como premissa, analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano e ainda fornecendo análises mais detalhadas sobre as investigações, atitudes e tendências de comportamento. O mesmo foi empreendido no Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia do Piauí – Campus Angical, localizado na cidade de Angical do Piauí, com os alunos do 2ª série do ensino médio – Turma de administração 2º módulo. Os discentes com os quais foi realizada a pesquisa somam no total 32 alunos de uma turma de 2ª série de Ensino Médio do turno matutino.

De acordo com a BNCC (Base Nacional Comum Curricular), Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio, a competência específica de número 1, converge que, deve-se analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. O protótipo experimental gerador de hidrogênio visou abordar especificamente a competência de ciências número 1 e a habilidade (EM13CNT102) que consiste em realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.

Obteve-se dados da pesquisa através de uma micro aula dialogada sobre termodinâmica. Optou – se por realizar a micro aula, pois os estudantes não haviam visto todos os conteúdos dessa temática. Partindo deste ponto de vista veio à ideia de lecionar o conteúdo e aplicar uma experimentação para esclarecer melhor o conceito físico, fazendo com que os discentes questionassem o funcionamento da

experimentação. Posteriormente com o intuito de avaliar o conhecimento absorvido após a micro aula experimental foi aplicado um questionário contendo questões abertas e fechadas somando no total 07 questões. Por fim como forma de incentivar os estudantes na busca por conhecimento científico realizou-se uma pequena oficina, onde os mesmos construíram três pequenos geradores de hidrogênio, que foi sorteado entre os estudantes.

6.1 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais necessários para a confecção da experimentação foram basicamente constituídos de componentes de baixo custo. Para a construção do experimento foi elaborada uma planta do gerador de hidrogênio. Para a construção foi necessário os materiais e ferramentas descritas abaixo.

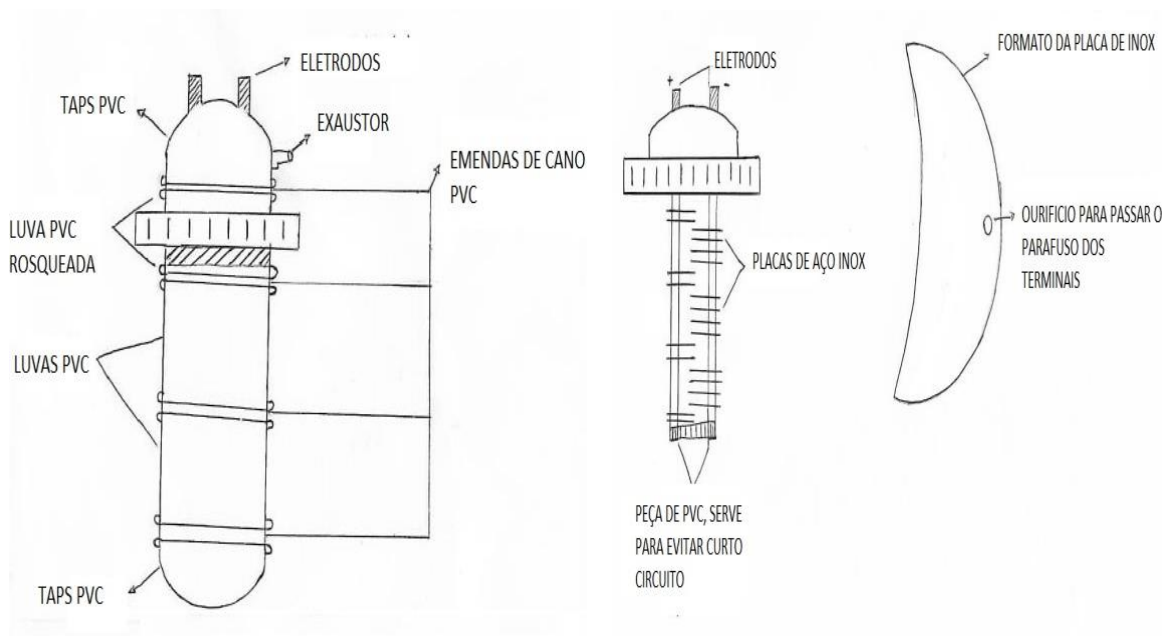
- **Materiais utilizados:** 20cm de cano PVC numeração 80mm, 2 taps de cano PVC numeração 80mm, 2 luvas de numeração 80mm, 1 luva de junção numeração 80mm, cola de cano, 40 cm de vara de ferro rosqueada, 24 porcas para a vara de ferro, 22 placas de inox, dois terminais com fios de 20 cm e 1 bico exaustor.
- **Ferramentas utilizadas:** Chave numeração 13mm, alicate de bico, alicate de corte de zinco, martelo, lixa, furadeira, serra de cano e chave rosqueada macho.

6.2 MONTAGEM

De início, buscou formar a estrutura da experimentação que é o corpo do experimento na qual é formado pelos materiais de PVC. Utilizando cola de cano, foi colado os taps no cano de 20cm que se encontrava dividido em 4 pedaços de forma que as luvas, taps e luva de junção ficassem o mais próximo possível. Após essa etapa, utilizando uma chave rosqueada macho foi realizada a rosca dos terminais do gerador de hidrogênio, esses terminais ficaram no taps mais próximo da luva de junção. Posteriormente dividiu – se a barra de ferro de 40 cm de comprimento no meio, colocando – as nos terminais utilizando para isso o alicate de bico. A penúltima etapa consistiu em cortar a chapa de inox aproveitada de bebedouro velho, em formato de lua minguante, a mesma foi cortada com o alicate de cortar zinco, desamassada por um martelo e depois lixada. Por fim foi colocada a chapa já cortada nos terminais do gerador de hidrogênio usando uma chave de boca numeração 13 mm, sendo 2 placas

(chapas em formato de lua) positivas e 4 negativas isto até preencher a barra de 20 cm. Abaixo segue esquema representando o protótipo experimental desenvolvido.

Figura 01: Corpo da experimentação **Figura 02:** Parte interna da experimentação



Fonte: Arquivos pessoais.

Fonte: Arquivos pessoais.

7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na coleta de dados foi realizado um micro aula abordando o conteúdo de termodinâmica e educação ambiental, para de forma dialogada buscar o conhecimento prévio dos alunos sobre o conteúdo de termodinâmica. Logo após essa etapa para melhor compreensão do conteúdo foi exposto o protótipo experimental gerador de hidrogênio de forma didática, utilizando para esse propósito um copo descartável com água e detergente para formar bolhas de gás Hidrogênio e com fosforo mostrar a combustão dos gases. Para melhor interação realizou-se uma pequena oficina na qual, os discentes foram submetidos a uma situação problema, onde os mesmos deveriam construir um pequeno gerador de hidrogênio a partir de roteiro exposto.

Figura 3 – Aplicando o experimento.**Fonte:** Arquivo pessoal do pesquisador**Figura 5** – Experimento Gerador de H₂.**Fonte:** Arquivo pessoal do pesquisador**Figura 4** – Micro aula.**Fonte:** arquivo pessoal do pesquisado**Figura 6** – experimento do aluno.**Fonte:** Arquivo pessoal do pesquisador.

A tabela abaixo mostra a análise dos resultados após a micro aula e exibição da experimentação. Com o intuito de verificar como a aula experimental contribuiu para a melhor compreensão dos conteúdos de Termodinâmica e Educação ambiental foram feitas 7 perguntas a respeito do tema.

ANALISE DE DADOS APÓS A MICRO AULA E EXPOSIÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO

PERGUNTAS.	RESPOSTAS CORRETAS.	RESPOSTA INCORRETA.	NÃO RESPONDIDA.
1	30	01	00
2	20	11	00
3	13	18	00
4	22	08	01
5	26	05	00
6	15	12	04
7	26	04	01
TOTAL	157	54	06

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2019)

A questão de número 01 mencionava a primeira lei da termodinâmica, descrevendo uma situação na qual um gás contido em um recipiente fechado recebia calor, realizando trabalho. A mesma pedia para que os estudantes analisassem as alternativas, marcando apenas uma como correta. De um total 31 alunos, apenas 01 estudante respondeu de forma errada.

O questionamento número 02 pedia para que os alunos marcassem a única alternativa que conceituava corretamente energia renovável. De um total de 31 alunos, foi obtido 20 acertos contra 11 erros. O item 3 trazia a seguinte indagação “É sabido que gases liberados de automóveis e indústrias são prejudiciais ao meio ambiente. Sobre a substituição de combustíveis convencionais pelo hidrogênio, marque C para correto e E para errado”. A questão trazia três subitens, onde observou-se que a sequência (E – C – C) foi a mais respondida, levando em conta que a sequência correta seria (E – C – E), pode-se observar no último item, que afirma que, a queima de gás hidrogênio em um fogão tradicional forma uma nova molécula não poluidora (C_4H_{10}) foi o que mais se obteve erros. Analisando o resultado da questão de número 03, nota-se que os alunos não estão familiarizados com os fenômenos físicos comuns no seu dia a dia, portanto é essencial buscar de forma didática apresentar experimentos que visem demonstrar fenômenos do cotidiano dos estudantes. De acordo com, Rosa, Perez e Drum, 2007, alguns discentes não conseguem identificar os fenômenos físicos no seu dia a dia, por isso a importância da contextualização dos conteúdos trabalhados em aula.

Foi pedido aos alunos na questão de número 04 para que os mesmos explicassem o processo de eletrólise na água. Os discentes responderam de modo geral que a eletrólise da água,

[...] É a decomposição da água em oxigênio e hidrogênio por uma corrente elétrica [...] (QUESTIONÁRIO, ALUNOS, 2019).

Pode - se averiguar pelo alto índice de acertos no questionamento de número 04 que o protótipo experimental se mostrou eficiente na compreensão dos estudantes sobre o processo de eletrólise da água, mostrando que o uso desse tipo de ferramenta em sala de aula é válida e produtiva. Segundo Rosito (2008), a utilização da experimentação é considerada para o ensino de Ciências, como essencial para a aprendizagem científica..

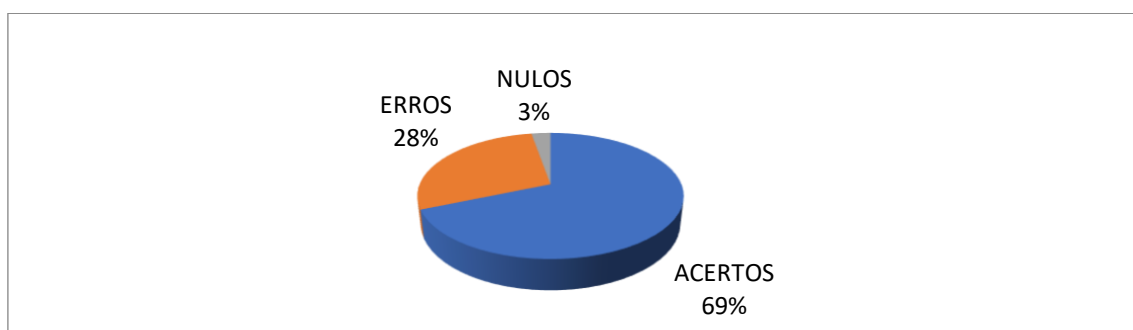
No questionamento de número 5 foi solicitado aos estudantes que avaliassem as proposições em relação à segunda lei da termodinâmica indicando a alternativa correta, a maioria dos discentes, que somam 26, marcaram a alternativa correta e somente 05 marcaram a alternativa errada. Grande parte dos estudantes compreendeu que para realizar trabalho em um recipiente fechado o calor inicial sempre será reduzido pela metade, pois a outra metade será transformada em trabalho. Na questão de número 06, pedia para que os alunos analisassem uma situação em que um industrial pede a um engenheiro que projete uma locomotiva a vapor que transforme em trabalho todo o calor retirado da sua caldeira a alta temperatura, durante o ciclo de funcionamento do motor. Em resposta o engenheiro argumenta ser impossível. Foi requerido para que os estudantes explicasse o porquê da resposta do engenheiro. Pouco mais da metade dos estudantes argumentaram,

[...] Uma das possíveis formas de expressar a segunda lei da termodinâmica, enuncia que uma máquina térmica operando em um ciclo termodinâmico, jamais consegue transformar todo calor de uma fonte quente em trabalho [...] (QUESTIÓARIO, ALUNOS, 2019).

Enquanto outros não responderam de forma coerente e uma minoria não soube responder. Por último foi pedido aos discentes que opinassem em relação à importância das fontes de energia renováveis, um questionamento considerado de fácil compreensão, mas que ainda sim apresentou 04 erros e 01 resposta nula. Os 26 estudantes que responderam ao questionamento com êxito, tiveram respostas comuns,

[...] É importante, pois, é uma fonte de energia abundante e limpa e não polui o meio ambiente [...] (QUESTIÓARIO, ALUNOS, 2019).

Gráfico – Percentual de acertos e erros da pesquisa.



Fonte: dados da pesquisa de campo 2019.

Ao analisar o gráfico, observou-se que o índice de aprendizagem sobre as leis de termodinâmica foram vantajosos, visto que os discentes ainda não tinham

estudado o conteúdo de forma aprofundada. Os dados acima mostram que 69% dos alunos obtiveram êxito ao responder os questionamentos, comprovando a eficácia do uso da experimentação no ensino de Física. Onde se buscou despertar nos discentes a curiosidade sobre os fenômenos físicos presentes no cotidiano, associando teoria e prática, levando os a discutirem o conceito termodinâmico em torno do experimento e a importância das fontes renováveis de energia para o ambiente.

8 CONCLUSÃO

Com a atual crise energética e o problema do aquecimento global surgiu a necessidade de buscar novas fontes de energias alternativas que pudessem minimizar os graves problemas oriundo dessa situação, fontes naturais, renováveis e inesgotáveis. Muito se tem escrito e falado sobre o problema, No entanto grande parte da população não tem conhecimento sobre o tema. Com base nessa observação procurou nesse trabalho difundir essa temática no ensino de Ciências utilizando – se do protótipo experimental de uma célula de hidrogênio para essa finalidade. Em função do crescimento das energias renováveis no Brasil, optou se por trabalhar com a temática de geração de gás hidrogênio em substituição aos atuais combustíveis poluidores, pois além de trabalhar os conteúdos de Física, pode se relacionar com a temática ambiental com ênfase no desenvolvimento sustentável.

Como mostra os resultados dessa pesquisa é de grande relevância que os professores desenvolvam pesquisas junto aos alunos sobre temas atuais na área de Física, buscando sempre que possível pautar esses conteúdos em suas aulas.

REFERÊNCIAS:

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais. Brasília: MEC/SEF, 1998. 436 p

BRASIL, Secretaria da Educação Médio e Tecnologia. PCN+ : Ensino Médio – orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, 2002.

CONELHEIRO, P. T. L; LUCIANO, A. desenvolvimento de um sistema gerador de hidrogênio gasoso para utilização como combustível alternativo em veículos automotores: Anais Eletrônico, VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica. Ed. Cesumar. 23 a 26 de outubro 2012, Paraná.

CARVALHO, Vilson Sérgio de. Educação ambiental e desenvolvimento comunitário. Rio de Janeiro: Wak Ed., 2006

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Eletrólise da água"; *Brasil Escola*. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/eletrolise-agua.htm>>. Acesso em 10 de fevereiro de 2019.

HOLLADAY, J. D., HU, J., King, D. L., Wang, Y., An overview of hydrogen production technologies, *Catalysis Today*, 2009, 139, 244-260;

MASTERTON, W.L.; SLOWINSKI, E.J. e STANITSKI, C.L. **Princípios de química**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1990.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica: ciência e conhecimento científico, métodos científicos, teoria, hipóteses e variáveis**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MARTINI, M. SPINELLI, W. REIS, C. H. **Estudo do calor, Óptica geométrica, Fenômenos Ondulatórios**: 3 ed. São Paulo: Moderna, 2016.

NETO R. L.; MOREIRA, J. R. S. Geração e combustão do hidrogênio obtido através do processo de eletrólise da água. Portal de química. Leis da Eletrólise. 2007. Disponível em: <<http://www.soq.com.br/conteudos/em/eletroquimica/p6.php>>. Acesso em: 10 dezembro de 2018.

ROSA, W.; PEREZ, A.; DRUM, C. Ensino de Física nas séries iniciais: Concepções da Prática docente. *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 12, n. 3, p. 01 - 12 (2007). Disponível em <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/465/269>>. Acesso em: 12 jan. 2019.

ROSITO, B. A. O Ensino de Ciências e a Experimentação. In: MORAES, R. (org.). **Construtivismo e Ensino de Ciências: Reflexões Epistemológicas e Metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

SITE DO RIO+20. Sobre a Rio+20. Disponível em <http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20.html#navegacao> acesso em 11 de dezembro de 2018.

SILVA, C. X.; FILHO, B e B. **Física aula por aula: Mecânica dos fluidos, Termologia e Óptica**. 1 ed. São Paulo: FTD, 2010.

TENFEN, Danielle Nicolodelli. Editorial: Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 1, p. 1-2, abr. 2016. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n1p1>>. Acesso em: 17 fev. 2019.