



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE ALAGOAS

INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL (PROFQUI/UFAL)

LUIS HENRIQUE PEREIRA DE CARVALHO

**O USO DE UM LIVRETO EXPERIMENTAL E UM BIODIGESTOR
ANAERÓBIO COMO FERRAMENTAS NO PROCESSO DE ENSINO E
APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

MACEIÓ, AL

2022

LUIS HENRIQUE PEREIRA DE CARVALHO

**O USO DE UM LIVRETO EXPERIMENTAL E UM BIODIGESTOR
ANAERÓBIO COMO FERRAMENTAS NO PROCESSO DE ENSINO E
APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS**

Dissertação de Mestrado
apresentado ao Programa de Mestrado
Profissional em Química em rede nacional
(PROFQUI), como parte dos requisitos
necessários à obtenção do título de Mestre
em Química.

Orientadora: Prof^a PhD Sônia
Salgueiro Machado

Maceió, AL

2022

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Maria Helena Mendes Lessa– CRB4 - 1616

C331u Carvalho, Luis Henrique Pereira de.

O uso de um livreto experimental e um biodigestor anaeróbio como ferramentas no processo de ensino e aprendizagem em ciências / Luis Henrique Pereira de Carvalho. – 2023.

[115] f. : il. color.

Orientadora: Sônia Salgueiro Machado.

Dissertação (Mestrado em Química) Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e Biotecnologia. Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 50-52.

Apêndices: f. [53-115].

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Química - Aprendizagem. 3. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP). 4. Biodigestor. 5. Biogás. I. Título.

CDU: 54:372.85(035)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL
EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**



FOLHA DE APROVAÇÃO

Luis Henrique Pereira de Carvalho

O uso de um livreto experimental e um biodigestor anaeróbico como ferramentas no processo de ensino e aprendizagem em ciências

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Química.

Dissertação aprovada em 26 de julho de 2022.

COMISSÃO JULGADORA

Documento assinado digitalmente



SONIA SALGUEIRO MACHADO

Data: 01/08/2023 14:46:18-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Sônia Salgueiro Machado

Orientadora

(IQB – UFAL)

Documento assinado digitalmente



AMANDA MARIA VIEIRA MENDES SALES

Data: 01/08/2023 13:14:50-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Me. Amanda Maria Vieira Mendes Sales
Examinador externo (IES: ETE Almirante Soares Dutra)

Documento assinado digitalmente



FRANCINE SANTOS DE PAULA

Data: 02/08/2023 07:26:40-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Francine Santos de Paula
Examinadora interna (UFAL)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe, Leda, por ter me dado todo o amor que um filho pode ter, por ter batalhado para me dar uma boa educação e por me ensinar a ser o homem, esposo e pai que sou hoje.

Dedico também este trabalho, a minha esposa Edja e ao meu filho Joaquim, pois são eles quem me dão forças para enfrentar todas as minhas batalhas e é por eles que saio de casa todos os dias e enfrento todos os desafios.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pois é uma benção estar vivo em meio a uma pandemia tão letal. Agradeço também pelo dom da sabedoria e por ser minha fortaleza nos momentos de dificuldades.

Quero agradecer também a Edja Carvalho, minha amada esposa, essa mulher que é meu braço direito, esquerdo e tudo mais, por ser sempre companheira, compreensível e por sempre me apoiar nas minhas empreitadas. Agradeço também ao meu filho Joaquim, que mesmo sendo tão novo, apenas 4 anos, teve que compreender a ausência do papai, pois quando papai não estava trabalhando, estava fazendo as atividades do mestrado e tinha pouco tempo pra brincar. Agradeço também a minha mãe Leda, por sempre me encorajar e me dizer palavras de incentivo.

Quero agradecer a todos os professores (as) que fizeram parte dessa jornada, não citarei nomes, pois todos tiveram igual importância no meu crescimento profissional, pois hoje encerro esse ciclo com minha mente muito mais aberta as novas metodologias de ensino e disposto a melhorar sempre as minhas práticas em sala de aula.

Por fim, mas não menos importante, quero agradecer a minha orientadora Prof^a PhD Sônia Maria Machado, por ser sempre educada, solícita, paciente e por estar sempre presente, mesmo que de forma online, em todo processo de construção e escrita desta monografia.

Muito obrigado a todos.

“Aos professores, fica o convite para que não descuidem de sua missão de educar, nem desanimem diante dos desafios, nem deixem de educar as pessoas para serem “águias” e não apenas “galinhas”. Pois, se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela, tampouco, a sociedade muda.”

Paulo Freire

RESUMO

O presente trabalho traz a fundamentação teórica, metodologia utilizada e resultados obtidos da aplicação de dois produtos educacionais, sendo um deles, um livreto experimental, onde este apresenta-se em duas versões, um para o nível médio e outro para o nível fundamental e um biodigestor anaeróbio confeccionado com as instruções presentes nestes livretos. Estes livretos, que estão disponíveis nos apêndices deste trabalho, trazem em seus escopos uma sugestão de sequência didática, que culminará em uma atividade experimental, que é a construção do biodigestor anaeróbio. As metodologias sugeridas e aplicadas neste trabalho, fundamentam-se na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) e no Maker. Os produtos educacionais foram aplicados em turmas do 3º ano do ensino médio na disciplina eletiva de Química Ambiental em uma escola pública estadual e de tempo integral na cidade de Maceió – AL. Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que os produtos educacionais aplicados são eficazes no processo de ensino e aprendizagem, o que pode ser observado nos resultados obtidos a partir de avaliações diagnósticas.

Palavras-chaves: Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), Maker, Experimentação, Biodigestor, Biogás.

ABSTRACT

The present work brings the theoretical foundation, methodology used and results obtained from the application of two educational products, one of them, an experimental booklet, where it is presented in two versions, one for the medium level and another for the elementary level and one anaerobic biodigester made with the instructions in these booklets. These booklets, which are available in the appendices of this work, bring in their scope a suggestion of a didactic sequence, which will culminate in an experimental activity, which is the construction of the anaerobic digester. The methodologies suggested and applied in this work are based on Problem-Based Learning (ABRP) and Maker. The educational products were applied in classes of the 3rd year of high school in the elective subject of Environmental Chemistry in a state public school and full-time in the city of Maceió - AL. The results obtained in this work demonstrate that the educational products applied are effective in the teaching and learning process, which can be observed in the results obtained from diagnostic evaluations.

Keywords: Problem-Based Learning (ABRP), Maker, Experimentation, Biodigester, Biogas.

LISTA DE FIGURAS

Imagem 01: Exibição dos documentários sobre combustíveis fósseis, tratamento de resíduos sólidos e problemas climáticos.....	30
Imagem 02: Discussão sobre problemas climáticos, combustíveis fósseis e tratamento de resíduos sólidos.....	31
Imagem 03: Coleta de esterco bovino.....	32
Imagem 04: Coleta de esterco bovino.....	32
Imagem 05: Coleta dos resíduos alimentares.....	33
Imagem 06: Coleta dos resíduos alimentares.....	33
Imagem 07: Granulometria dos resíduos alimentares.....	33
Imagem 08: Granulometria dos resíduos alimentares.....	33
Imagem 09: Granulometria dos resíduos alimentares.....	33
Imagem 10: Projeto do biodigestor em 2D.....	34
Imagem 11: Projeto do biodigestor em 3D.....	34
Imagem 12: Montagem e vedação do alimentador e da saída de gás da câmara de digestão.....	36
Imagem 13: Montagem e vedação da saída do biofertilizante.....	36
Imagem 14: Homogeneização dos resíduos alimentares e esterco bovino.	37
Imagem 15: Alimentando a câmara de digestão / Aplicando o silicone para vedação.....	37
Imagem 16: Alimentando a câmara de digestão / Aplicando o silicone para vedação.....	37
Imagem 17: Finalizando a vedação câmara de digestão.....	38
Imagem 18: Queima da palha de aço para produção de óxido de ferro (Fe_2O_3).....	38
Imagem 19: Filtro de PVC preenchido com óxido de ferro (Fe_2O_3) para retirada de gás sulfídrico (H_2S).....	39
Imagem 20: Produção da solução de hidróxido de sódio ($NaOH$).....	40
Imagem 21: Borbulhador para retirada de dióxido de carbono (CO_2).....	40
Imagem 22: Instalação do bico queimador.....	41

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	OBJETIVOS	16
2.1.	GERAL:	16
2.2.	<i>Específicos:</i>	16
3.	JUSTIFICATIVA	17
4.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
4.1.	NOVAS METODOLOGIAS DE ENSINO E A AUTONOMIA DOS ESTUDANTES.....	19
4.2.	APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	21
4.3.	MAKER	23
4.4.	A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	25
5.	METODOLOGIA.....	27
6.	RESULTADOS	43
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
	REFERÊNCIAS.....	50
	APÊNDICE 01	53
	APÊNDICE 02.....	58

1. INTRODUÇÃO

Atualmente várias pesquisas estão sendo realizadas sobre o ensino de ciências com objetivo de descobrir novas estratégias, afim de melhorar a qualidade da Educação em ciências no Brasil. Uma vez que os alunos tanto do ensino fundamental quanto do médio, não estão obtendo uma aprendizagem significativa nas áreas das ciências da natureza, pois a forma como os conteúdos estão sendo ministrados para os discentes ainda está pautada nos moldes de uma educação meramente expositiva das teorias científicas, tendo o docente como sendo o único detentor do conhecimento (SILVA, et al, 2000). Então como despertar a autonomia, bem como a curiosidade dos discentes na área das ciências?

Diante desta problemática percebe-se a relevância que o debate e os estudos de novas formas de ensinar ciências tem para o aprendizado do discente, tornando-a mais atraente, fazendo com que os mesmos tenham um engajamento maior e adquiram uma melhor aprendizagem. Assim com as mudanças que vem ocorrendo no ensino de ciências, a implementação das Metodologias Ativas, trazem um conjunto de práticas pedagógicas que auxiliam os docentes, bem como as escolas a despertarem a autonomia dos seus discentes, motivando-os e fazendo com que obtenham uma aprendizagem relevante para eles (BERBEL, 2011).

É importante ressaltar que as metodologias ativas são um conjunto de práticas pedagógicas que visão dar ao discente uma maior autonomia na construção de sua aprendizagem, ou seja, enquanto a educação tradicional tem como foco o docente como sendo o detentor do conhecimento, as metodologias ativas focam no discente, levando em consideração seus conhecimentos prévios, suas experiências de vida e seu cotidiano (BERBEL, 2011), dessa forma convidando o docente a planejar estratégias que incentivem a participação de todos, construindo uma aprendizagem colaborativa.

Baseado nessa perspectiva, o presente trabalho busca mostrar como a aplicação de algumas práticas das metodologias ativas, precisamente os métodos da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e o Maker, contribuem no

processo da aprendizagem do discente. Posto que a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas - ABRP implica promover nos alunos o domínio de técnicas, assim como o uso de conhecimentos disponíveis, afim de apresentar resposta a situações variáveis e diferentes (ECHEVERRÍA & POZO, 1998) e o Maker que “...estimula as pessoas comuns a construir, modificarem, consertarem e fabricarem os próprios objetos, com as próprias mãos, isso gera uma mudança na forma de pensar e incentiva uma abordagem criativa, interativa e proativa de aprendizagem...” (SILVEIRA, 2016 apud CORDEIRO, 2019, p. 04).

Fundamentado nas características das metodologias ativas citadas acima, foram produzidos dois produtos educacionais¹: um *biodigestor anaeróbio*, o qual foi sugerido, confeccionado e manipulado pelos alunos, almejando solucionar um problema presenciado pelos mesmos em sua unidade de ensino e o *livreto experimental* o qual traz o passo a passo para a confecção, alimentação e manuseio do biodigestor, além das instruções referentes ao biodigestor o livreto traz uma sugestão de metodologia para aplicação desse dispositivo (biodigestor), baseada nas metodologias ativas (Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e Maker), seguindo as competências e habilidades da nova BNCC.

Por fim, este trabalho visa mostrar os aspectos quantitativos e qualitativos referentes a aprendizagem dos discentes, resultantes da aplicação dos métodos da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e do Maker durante a produção do biodigestor, de forma que seja possível provar a eficiência desses dois produtos como ferramentas para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem.

¹ O produto educacional é resultado de um processo reflexivo e contextualizado que contém os saberes da experiência dos professores da educação básica. Tal produto não é mera exposição didática de uma escola para a outra. Muito menos um material didático pronto para ser manipulado por professores e estudantes. Pelo contrário, é vivo, contém fluência, movimento e nunca está pronto e acabado, porque representa a dinâmica das aulas [...] vivenciada pelos estudantes (SOUSA apud SILVA, et al, 2018).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral:

Propor a construção de um Mini Biodigestor Anaeróbio e um Livreto experimental para as escolas públicas estaduais que sirvam como produtos educacionais, auxiliando no processo de ensino e aprendizagem em ciências, introduzindo práticas das metodologias ativas, tais como o ensino por investigação, resolução de problemas e maker.

2.2. Específicos:

- Demonstrar por meio da aplicação dos produtos educacionais, que as novas metodologias de ensino (Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e Maker) podem proporcionar aos estudantes uma autonomia na construção de suas aprendizagens.
- Demonstra na escola a importância do tratamento correto dos resíduos sólidos e da utilização das energias renováveis através da biodigestão e como estas fontes de energia podem contribuir para diminuição dos impactos ambientais causados pela emissão de gases do efeito estufa.
- Confeccionar um livreto experimental, com instruções para a confecção, alimentação e utilização do biodigestor anaeróbio para obtenção de energia, bem como sugerir uma metodologia, baseada nas competências e habilidades da nova BNCC, que pode ser aplicada em sala de aula.
- Construir o biodigestor anaeróbio para que o mesmo seja utilizado em uma escola, para a realização de um estudo de caso.
- Avaliar a aprendizagem dos discentes por meio de testes diagnósticos após a aplicação dos produtos educacionais.

3. JUSTIFICATIVA

O contexto atual vem passando por diversas transformações, principalmente no âmbito social, exigindo das diversas esferas sociais mudanças para adequar-se aos novos tempos, visto que essas mutações da sociedade requer sujeitos críticos e que consigam visualizar a sociedade de forma ampla para que tenham autonomia, ou seja liberdade, independência moral ou intelectual nas suas decisões (BERBEL, 2011).

Com base nas transformações ocorridas na contemporaneidade, nota-se a importância da busca por novos métodos de ensino-aprendizagem, precisamente na área das ciências da natureza, uma vez que, no Brasil, a mesma ainda é ministrada nos padrões de uma educação simplesmente expositiva das teorias científicas, tendo o docente como sendo o único detentor do conhecimento (SILVA, et al, 2000).

Então, almejando despertar a autonomia, bem como ampliar o conhecimento dos discentes na área das ciências, este trabalho é fundamentado nas novas Metodologias Ativas, com foco nas práticas da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e Maker. Pois, conforme Berbel (2011) o uso dessas metodologias podem incitar a autonomia do aluno, induzindo a se reconhecer como sujeito da própria ação.

Embasado nas práticas das metodologias citadas acima, se fez necessário a realização de debates e reflexões em sala de aula acerca dos impactos ambientais e sociais que o descarte irregular de resíduos sólidos tem em relação aos problemas que estamos vivenciando na atual conjuntura, tais como: a alta no preço dos combustíveis, os impactos ambientais e climáticos gerados pelo uso excessivo de combustíveis fósseis. Após essas reflexões sobre como descartar os resíduos sólidos, foi sugerido a construção de um *biodigestor* como produto do trabalho.

Mas o que é um biodigestor? Segundo Reis “Os biodigestores anaeróbios podem ser definidos como câmaras fechadas, nas quais é colocado o substrato orgânico para ser decomposto na ausência de oxigênio molecular, tendo como subproduto principal o biogás” (2012, p.18). Este processo de decomposição é uma transformação química e biológica, que acontece naturalmente no meio ambiente.

Posteriormente a construção e aplicação do *biodigestor*, surgiu a ideia de criar um livreto experimental. Este *livreto* foi desenvolvido segundo as competências, unidades temáticas e habilidades propostas pela nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), onde o mesmo contém o passo a passo necessário para a confecção, alimentação e manuseio do biodigestor, mostrando como deve ser feita a escolha e tratamento dos substratos, a alimentação da câmara de digestão, a coleta de dados e sugestões de avaliação de todo o processo.

É importante lembrar que o referente livreto fornecerá ao professor uma proposta de aula experimental, trazendo como objeto de experimentação um biodigestor anaeróbio, que será confeccionado e manuseado pelo professor em conjunto com seus alunos, abordando com essa prática diversos conteúdos de ciências, tais como: matéria, suas propriedades e transformações, energia e transformação de energia, ciclos biogeoquímicos, etc.

Dado a importância da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), faz-se necessário a compreensão do dever de ensinar a solucionar problemas, pois o verdadeiro objetivo da ABRP “é fazer com que o aluno adquira o hábito de propor-se problemas e de resolvê-los como forma de aprender” (POZO e ECHEVERRÍA, 1998, p. 15).

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1. NOVAS METODOLOGIAS DE ENSINO E A AUTONOMIA DOS ESTUDANTES.

Atualmente o mundo vem passando por um momento de grande desenvolvimento sócio-cultural, político-econômico e técnico-científico. Tal desenvolvimento gera uma crescente complexidade nos mais diversos setores da sociedade, fazendo com que estes setores busquem mudanças para que haja uma adequação aos novos tempos, pois essa crescente complexidade requer indivíduos com uma visão de mundo mais aprofundada e crítica, que consiga enxergar esse mundo de forma mais ampla e que tenha autonomia nas suas decisões (BERBEL, 2011).

Mas como um indivíduo pode ser autônomo? o que é ser autônomo? Segundo Holanda apud Berbel, "autonomia significa a faculdade de se governar por si mesmo; o direito ou faculdade de se reger por leis próprias; liberdade ou independência moral ou intelectual." (p. 26, 2011)

Trazendo esta definição para o campo da educação, os indivíduos autônomos são aqueles que conseguem construir o seu processo de aprendizagem, que tem um pensamento crítico e que não são influenciados ao praticarem suas próprias ações. Esta autonomia do indivíduo deve ser trabalhada já na juventude, tanto no ambiente domiciliar como também na escola, pois a mesma tem a função de promover o desenvolvimento e a autonomia do discente, formando jovens que tenham a capacidade de analisar o seu entorno de forma crítica e assim de forma autônoma esboçar suas ideias, opiniões e ter um comprometimento maior com suas ações (GUIMARÃES apud BERBEL, 2011).

Mas qual é o papel do professor e da escola na construção desse indivíduo independente? Neste contexto o professor irá atuar como um facilitador ou mediador, entre os estudantes e as práticas pedagógicas que incentivem o autodesenvolvimento

dos alunos e a escola deve propiciar os meios para que os professores possam trabalhar essa autonomia dos estudantes.

Conforme Berbel (2011) para que o professor desenvolva esse papel de facilitador ou mediador, ele primeiro deve conhecer os seus alunos, deve ouvi-los, conhecer suas experiências de vida e seus anseios. A partir dessa interação com os discentes, o professor deve desenvolver formas e práticas pedagógicas que estimulem a participação desses estudantes, para que eles se sintam motivados e instigados a aprender, pesquisar e de forma autônoma construir seus aprendizados.

Segundo Reeve apud Berbel (p. 28, 2011),

(...) o professor contribui para promover a autonomia do aluno em sala de aula, quando: a) nutre os recursos motivacionais internos (interesses pessoais); b) oferece explicações racionais para o estudo de determinado conteúdo ou para a realização de determinada atividade; c) usa de linguagem informacional, não controladora; d) é paciente com o ritmo de aprendizagem dos alunos; e) reconhece e aceita as expressões de sentimentos negativos dos alunos.

Todas as práticas citadas anteriormente farão com que os alunos se sintam mais acolhidos no ambiente escolar, que os mesmos fazem parte daquele ambiente, ou seja, eles podem expor suas opiniões, ideias e emoções. Com isso, estes alunos irão sentir-se mais estimulados e irão engajar-se ainda mais durante as aulas e práticas adotadas em sala de aula (DIESEL, et al, 2017).

Acredita-se que todos esses objetivos podem ser atingidos, mudando-se algumas práticas e metodologias pedagógicas ultrapassadas e que não suprem mais as necessidades dessa nova geração de jovens, que a cada dia se sentem menos motivados a continuar os estudos.

Uma possível solução para essa problemática, seria a implementação das metodologias ativas, pois segundo Bastos,

Metodologias ativas são processos interativos de conhecimento, análise, estudos, pesquisas e decisões individuais ou coletivas, com a finalidade de encontrar soluções para um problema. É o processo de ensino em que a aprendizagem depende do próprio aluno. O professor atua como facilitador ou orientador para que o estudante faça pesquisas, reflita e decida por ele mesmo (2006, online).

Tais metodologias ativas, trazem um conjunto de práticas pedagógicas que auxiliam os professores e as escolas a buscarem essa autonomia dos seus alunos, motivando-os e fazendo com que os mesmos obtenham uma melhor aprendizagem. Dentre as práticas que compõe as metodologias ativas, serão abordadas nesse trabalho, a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas – ABRP, no intuito de ascender nos discentes uma postura crítico-reflexiva, visto que a resolução de problemas tem sua base na exibição de problemas que exigem dos discentes uma postura ativa, assim como o comprometimento na busca de suas respostas (SOARES e PINTO, 2001) e o Maker, por ter sua base numa construção colaborativa e reflexiva de conhecimentos, fazendo com que os discentes assimilem a teoria e coloquem em prática o que é necessário para a aprendizagem (GAVASSA, 2016).

4.2. APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.

Centrada no discente, a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas - ABRP é uma das formas educacionais com maiores potencialidades despontadas nas últimas décadas. Seu surgimento teve início, segundo Leite e Esteves, com a introdução da ABRP

(...) nos currículos das ciências da saúde numa faculdade de medicina no canada, em 1968, não só como modelo específico de ensino (Barrows&Tamblyn, 1980; Chin & Chia, 2004) mas também como filosofia de ensino, que requer a reestruturação do currículo tradicional e que pressupõe uma educação multidisciplinar (Savin-Baden & Major, 2004), A ABRP alargou-se nos últimos dez anos a vários países e a outros contextos educacionais, tendo sendo introduzida, não só em disciplinas de caráter científico, mas também na formação de diversos profissionais (Chin & Chia, 2004; Zweekhorst et al., 2000), e em diversos graus de ensino (p. 1755, 2005).

A resolução de problemas tem sua base na apresentação de situações abertas e sugestivas que demandam dos discentes uma postura ativa ou um empenho na busca de suas respostas, bem como de novos conhecimentos. O ensino baseado na solução de problemas implica promover nos alunos o domínio de técnicas, assim como o uso de conhecimentos disponíveis, afim de apresentar resposta a situações variáveis e diferentes (POZO e ECHEVERRÍA, 1988 *apud* SOARES e PINTO, 2001).

Para Leite e Esteves,

Tradicionalmente, em contexto de sala de aula, a aprendizagem tende a ocorrer do abstracto para o concreto, onde em primeiro lugar são introduzidos os conceitos e seguidamente resolvidos problemas de aplicação. Com o aparecimento da ABRP, o ensino modificou-se e a posição do professor na sala de aula teve também de sofrer alterações no sentido de propiciar aos estudantes uma maior autonomia na condução da aprendizagem (p. 1756, 2005).

Assim, percebe-se que o ensino por meio da Resolução de Problemas, auxilia os discentes na desenvoltura da sua aprendizagem, adaptando-os a buscarem por soluções para os seus próprios questionamentos (SOARES e PINTO, 2001). Dessa maneira, é fundamental munir os discentes de habilidades e estratégias válidas, mas também acender neles o hábito e a atitude de encarar a aprendizagem como um problema para o qual deve ser encontrada uma resposta (POZO e ECHEVERRÍA, 1998).

É notório a importância do discente no ensino através da resolução de problemas, pois segundo Wilsek e Tosin “uma atividade pode ser considerada investigativa se prioriza a participação do aluno como ser pensante e ativo [...] e se tem como objetivo o desenvolvimento de habilidades e não simplesmente uma atividade que se esgota em si mesma” (2009, online). Essa atividade deve ter sua base nas inquietações e questionamentos dos discentes, para que os mesmos saibam o motivo da pesquisa que está realizando e assim, juntamente com o docente construam novos conhecimentos através de trocas, reflexões e experiências de ambos, dessa maneira incorporando ao Movimento Maker, como veremos a seguir.

4.3. MAKER

Com o avanço tecnológico, ocorrido entre os anos de 1990 e 2010, originou o Movimento Maker, ou seja, surgiu o movimento do faça você mesmo ou com os outros. Esse movimento é oriundo das tecnologias digitais, programações, diagramas, textos e até mesmo gravações em vídeo, recursos estes que impulsionaram o processo criativo de protótipos, ferramentas e dispositivos de fabricação. É importante destacar que, o Movimento Maker consolidou-se a partir de 2005, nos Estados Unidos, com o lançamento da Revista Maker Movement e da Feira Maker que intitularam uma sequência de premissas caracterizadoras do movimento e difusoras pelo mundo todo (CORDEIRO, et al, 2019).

O Movimento Maker advém da necessidade de construir formas mais econômicas de reparos, manutenções e customização de itens pessoais, e conforme Lopes et al,

“...a cultura do DIY - do-it-yourself, no inglês, ou faça você mesmo, em português - aliou-se ao conceito de open content - conteúdo aberto - permitindo que as pessoas reproduzissem e modificassem projetos sem a necessidade de comprar ou pedir permissão ao autor. Essa é a origem do movimento de valorização da construção coletiva, o DIT - do-it-together ou faça junto, que, por sua vez, foi precursor do movimento maker” (2019, online).

O crescimento desse Movimento brota da união de pessoas que compartilhavam dos mesmos propósitos: criar e compartilhar seus projetos afim de expandir suas ideias. Esse grupo tinha como integrantes hobistas e profissionais, sobretudo profissionais da área criativa e tecnológica, os quais deram origem a um manifesto que marca sua base através de termos simples do cotidiano como participar, equipar, dedicar, apoiar, aprender, errar, mudar, fazer, compartilhar, e etc. (HATCH apud LOPES et al, 2019). Dessa maneira, percebe-se que essa soma de conhecimentos, funções, valores, crenças e culturas, têm como fundamento a concepção de que indivíduos participativos podem se associar a projetos que os façam se sentir capazes de construir coisas novas.

De acordo com Silveira,

A cultura tecnológica do “faça você mesmo” ou “pôr a mão na massa”, estimula as pessoas comuns a construírem, modificarem, consertarem e fabricarem os próprios objetos, com as próprias mãos, isso gera uma mudança na forma de pensar e incentiva uma abordagem criativa, interativa e proativa de aprendizagem em adultos, jovens e crianças, gerando um modelo mental de resolução de problemas do cotidiano (2016 apud CORDEIRO, 2019, p. 04).

A cultura do método de aprendizagem do Movimento Maker, vem se espalhando pelo mundo, principalmente por todo o ocidente. Sendo oriundo de grupos das redes sociais tem motivado os especialistas em educação mediado por tecnologias a pesquisarem as suas premissas e observar como as mesmas podem ajudar e enriquecer os métodos de aprendizagem nos ambientes de educação formal (GAVASSA, 2016).

Então, ao falar sobre a aprendizagem, conglomeram-se estímulos, proposição de desafios, resolução de problemas, de tal modo que acaba inserindo o método investigativo o qual pode ser utilizado para trabalhar temas transdisciplinares, a partir da identificação das principais informações para a resolução de um desafio ou problema de interesse do grupo. Segundo Gavassa (2016 apud CORDEIRO, 2019, p. 4 e 5) o indivíduo “foca a construção conjunta do conhecimento a partir de trocas colaborativas e reflexivas sobre as experiências práticas prévias, conseguindo assim assimilar o conteúdo e colocar em prática tudo o que ele necessita para aprender de forma interessante”. Essa prática se agrega ao Movimento Maker, uma vez que está atrelada a aprendizagem participativa e autônoma do estudante, sendo aplicável na educação e confrontada através das experiências realizadas, assim aliando a teoria a prática, como mostra o próximo item.

4.4. A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS.

O uso da experimentação como uma metodologia de ensino, possibilita aos estudantes ampliarem seus conhecimentos, pois através dos experimentos os alunos, mediado pelo docente, passam a confrontar os fenômenos das experiências com o conhecimento científico ou problematizá-los, objetivando conduzir os alunos a desenvolverem as suas percepções cognitivas, razão da evolução conceitual (BINSFELD & AUTH, 2011). Nesse sentido, compreende-se a experimentação como um importante componente do processo ensino-aprendizagem de ciências. Visto que é preciso dar ao aluno a oportunidade de exprimir seu entendimento dos “fenômenos de forma direta, experimental, ou de forma indireta, através de registros desses fenômenos” (PACHECO, 2010, p.10).

Segundo Pacheco,

É importante ressaltar que, por outro lado, não intentamos uma superposição dos métodos de investigação científica aos métodos de ensino de ciências. Isso seria deturpar a dimensão pedagógica mais coerente com os processos através dos quais os alunos constroem seu conhecimento. Os alunos, em situações de experimentação, com caráter investigativo, têm os seus próprios “métodos” de proceder diante do fenômeno e, com eles, suas próprias concepções e organicidade sobre o referido fenômeno (2006, p.10).

Logo, nota-se que o emprego do ensino experimental está diretamente pautado na aceitação pelo docente, de uma postura particular sobre como ensinar e aprender ciências. Assim, a posição do docente deve ser edificada no intuito de assessorar os alunos na exploração, desenvolvimento e modificação de suas concepções cotidianas sobre determinado fenômeno para concepções científicas, no entanto, sem menosprezá-las. Conforme Pereira, “os alunos devem ser estimulados a explorar suas opiniões, incentivando-os a refletirem sobre o potencial que suas ideias têm para explicar fenômenos e apontamentos levantados na atividade experimental” (2010, online).

De acordo com Delizoicov e Angotti (1994, apud BINSFELD & AUTH, 2011),

“As experiências despertam em geral um grande interesse nos alunos, além de propiciar uma situação de investigação. Quando planejadas, [...] elas constituem momentos particularmente ricos no processo de ensino aprendizagem”. É importante valorizar espaços em que os estudantes são motivados a expressar ideias, fazer questionamentos, expressar seus pontos

de vista, em que interferem nos contextos locais, cientes dos limites e possibilidades do seu papel na sociedade (2011, online).

É preciso evidenciar a importância da experimentação no ensino de ciências, precisamente em Química, uma vez que é necessária a construção de elos entre as explicações teóricas a serem debatidas em sala de aula, tal como as observações viáveis por esse tipo de atividade. Conforme Binsfeld & Auth,

Há de se fazer uma retomada dos conceitos e da observação que possibilite a interpretação, compreensão e (re)significação do que foi proposto, de modo a tornar a atividade realizada adequada para o desenvolvimento da aprendizagem; há de se compreender a função da experimentação no desenvolvimento científico, isto é, um princípio que oriente a aprendizagem, a exemplo da Química, cujo sentido dos experimentos nem sempre é bem compreendido pelos estudantes (2011, online).

No processo de ensino em Química, as experiências e as atividades práticas sempre estiveram presentes na grade curricular de ensino e ainda permanecem inseridas. Nesta perspectiva, é importante entender o poder que a comunicação, docente e discente, exerce nesses tipos de atividades, para então poder explorar a potencialidade desse método na aprendizagem em Química (MORAES, et al, 2007). Pois com o desenvolvimento das atividades experimentais, de forma mediada pelo docente, contextualizada e relacionada a um conteúdo, “permite a produção de novos sentidos aos significados conceituais e a contextualização do conhecimento” (BINSFELD & AUTH, 2011, online), dessa forma contribuindo significativamente para o aprendizado do discente.

5. METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica acerca das metodologias de ensino que seriam mais eficientes na aplicação dos produtos educacionais propostos neste trabalho, pois segundo Gil este tipo de pesquisa “permite ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente” (2002, p. 45). É importante lembrar que esse tipo de pesquisa se realiza a partir de registros já disponível, decorrentes de pesquisas anteriores, em documentos impressos como livros, artigos, teses, etc. (SEVERINO, 2007).

Através da pesquisa citada acima, foi possível perceber que as práticas da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), bem como o Maker, presentes nas Metodologias Ativas, seriam eficazes para serem aplicadas durante a elaboração dos produtos educacionais propostos nesse trabalho. Dessa maneira percebe-se que a pesquisa bibliográfica “não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras” (LAKATOS E MARCONI, 2003, p. 183).

Na segunda etapa desta pesquisa, foi empregado a *pesquisa experimental* durante a escolha da escola que participaria da aplicação dos produtos educacionais, pois de acordo com Gil “a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto” (2002, p. 47).

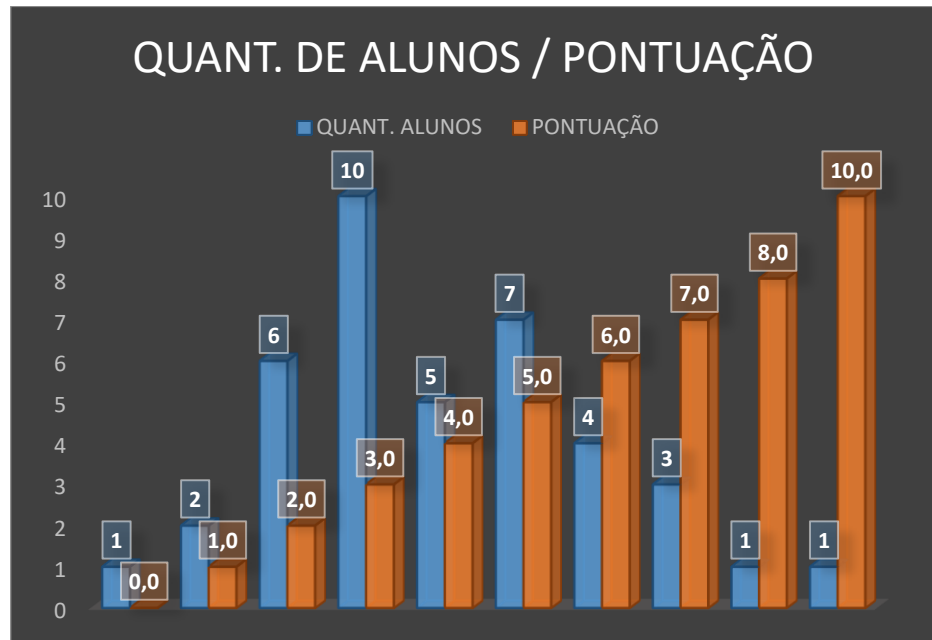
Com base no parágrafo anterior, os critérios utilizados para a escolha da unidade de ensino foram o público alvo, localização e que a mesma não dispusesse de um laboratório ou caso o tivesse, que o mesmo não estivesse sendo utilizado por algum motivo. Visto isso, a unidade de ensino selecionada para a aplicação da pesquisa foi uma escola pública estadual de tempo integral, localizada na periferia de Maceió – AL. Esta escola possui um laboratório de ciências, mas o mesmo não é utilizado devido a falta equipamentos e reagentes. Os produtos educacionais

(biodigestor anaeróbio e livreto experimental) foram aplicados na disciplina eletiva de Química Ambiental nas turmas do 3º ano do ensino médio, visto que os produtos enquadram-se no que é proposto pela ementa da disciplina.

A terceira etapa consistiu na aplicação de uma avaliação diagnóstica, visando medir os conhecimentos dos alunos em alguns conteúdos básicos de ciências, tais como: matéria, suas propriedades e transformações, substâncias puras, misturas e separação de misturas (vide apêndice 02). Como resultado dessa avaliação diagnóstica, percebeu-se que a maioria dos discentes não tinham os conhecimentos básicos para iniciarmos a aplicação do biodigestor, conforme demonstrado nos dados abaixo.

O quantitativo de participantes que realizaram a *avalição diagnóstica* foi de 40 alunos. Desse total, cerca de 22,5% obtiveram notas entre 6,0 pontos e 10,0 pontos, restando 77,5% dos alunos participantes com notas entre 0,0 e 5,0 pontos. A média geral da turma ficou em 4,05 pontos, uma média muito baixa, visto que estamos tratando de conteúdos básicos da química e que a avaliação foi aplicada em turmas do 3º ano do ensino médio.

Os resultados da avaliação diagnóstica citado acima estão dispostos no gráfico e nas tabelas apresentadas abaixo.

Gráfico 01: Quantidade de alunos por pontuação atingida (*Diagnóstica*)Tabela 01: Quantidade de alunos / Média geral (*Diagnóstica*)

TOTAL DE ALUNOS	40
MÉDIA GERAL	4,05

Diante desse resultado insatisfatório, a quarta etapa consistiu em fazer um nivelamento da turma em relação a esses conteúdos básicos. Foram ministradas aulas sobre matéria, propriedades da matéria, transformações físicas e químicas, substâncias puras, misturas e separação de misturas. Após a intervenção pedagógica, os alunos estavam preparados para seguirmos com as próximas etapas.

Na quinta etapa iniciamos a aplicação da sequência didática. Para introduzir o problema do nosso estudo, foi solicitado que os alunos assistissem alguns documentários sobre os combustíveis fósseis, efeito estufa e tratamento de resíduos sólidos. A exibição dos documentários ocorreu na própria sala de aula, pois a escola estava passando por uma reforma, o que impossibilitou que esses vídeos fossem exibidos no auditório. Após os alunos assistirem os documentários, nos reunimos para discutirmos quais as soluções poderiam ser empregadas e de que forma nós poderíamos contribuir para a redução dos problemas ambientais.



Imagem 01: Exibição dos documentários sobre combustíveis fósseis, tratamento de resíduos sólidos e problemas climáticos.

Ainda em nossa discussão, conversamos sobre quais práticas costumamos fazer e que são prejudiciais ao meio ambiente, e dentre todas as práticas citadas, tratamos do descarte irregular de resíduos orgânicos. Nesse momento foram apresentados a eles os nossos problemas.

O que podemos fazer para reduzirmos a emissão de gases do efeito estufa?

Como podemos tratar de forma sustentável os nossos resíduos orgânicos?

Como respostas para esses questionamentos surgiram por parte dos alunos duas hipóteses, as mesmas foram a substituição dos combustíveis fósseis por outros menos poluentes e transformar os resíduos orgânicos em adubo. Diante disso, foi proposto aos discentes que usássemos a nossa disciplina de eletiva para fazermos uma intervenção na escola e que a mesma serviria para testarmos essas duas hipóteses. Foi proposto que construíssemos um biodigestor anaeróbio para utilizarmos os resíduos orgânicos gerados na cozinha da escola para produzir biogás e biofertilizante.



Imagem 02: Discussão sobre problemas climáticos, combustíveis fósseis e tratamento de resíduos sólidos.

Nos momentos seguintes foram ministradas aulas sobre os tipos de biodigestores, biogás e biofertilizante. Nestas aulas foram tratados os conceitos e demonstrados de forma bem sucinta como os mesmos são produzidos. Essa etapa foi sucinta para que os discentes pudessem aprofundar os conceitos aprendidos em sala durante a resolução do nosso problema por meio da aplicação do biodigestor. Durante essas aulas foram mostrados aspectos históricos do uso dos biodigestores, os tipos de biodigestores e o projeto do biodigestor que iríamos construir.

A quantidade de discentes que cursam essa eletiva é de aproximadamente 40 estudantes, logo, foi necessário dividi-los em grupos e distribuir as tarefas de forma que todos tivessem uma participação efetiva na construção, alimentação e manuseio do biodigestor. No momento da divisão dos grupos foi permitido que os discentes escolhessem qual função gostariam de desempenhar.

Nesta divisão um grupo de 6 alunos, todos homens, se dispuseram a fazer a coleta do esterco bovino juntamente com o professor. Esta coleta foi feita nos arredores da escola, pois como a mesma encontra-se em uma região periférica, nas proximidades da mesma ainda é possível encontrar criadouros de animais. Antes de realizar a coleta, foi solicitado a direção da escola uma autorização para que os alunos pudessem sair da mesma acompanhados pelo professor, bem como todo material que seria necessário para fazer a coleta do esterco, tais como: luvas, máscaras, pás e sacos de lixo. Durante a coleta foi discutido com os alunos a importância das bactérias

presentes no esterco para produção do biogás e qual o papel que estas bactérias desempenham no processo de digestão anaeróbica.



Imagem 03 e 04: Coleta de esterco bovino

O segundo grupo ficou responsável por fazer a coleta dos resíduos alimentares produzidos na cozinha da escola, tais como: cascas de legumes e frutas. Os alunos deste grupo conversaram com as merendeiras e pediram para que as mesmas separassem todos os resíduos gerados na produção das refeições. No momento da coleta os alunos faziam um pré-triagem, separando principalmente resíduos de proteína animal e cascas de alimentos ácidos, tais como: casca de cebola e de frutas cítricas. Os alunos deste grupo foram orientados a fazer essa pré-triagem, pois tratamos da importância do pH na produção do biogás, logo essa retirada de alimentos ácidos evita que ocorra uma diminuição na carga de bactérias presentes do biodigestor.



Imagem 05 e 06: Coleta dos resíduos alimentares

Um terceiro grupo ficou responsável por fazer a granulometria dos resíduos sólidos. Nesta etapa os discentes analisavam a amostra em busca de partículas ou materiais indesejados, tais como embalagens, alimentos ácidos e partículas de sujeira. Após essa análise, os alunos cortavam os alimentos em pedaços menores e posteriormente fazia uma lavagem do substrato. Nesta etapa, foi discutido a importância da granulometria para o processo de biodigestão, abordamos a importância de cortar o material em pedaços menores, onde foi tratado aspectos da cinética química, como a influência da superfície de contato na velocidade das reações químicas.



Imagem 07, 08 e 09: Granulometria dos resíduos alimentares

O quarto grupo ficou responsável pela montagem do biodigestor. Inicialmente foi mostrado para os alunos o projeto do biodigestor, demonstrando todas as partes que eles deveriam confeccionar, tais como: câmara de digestão, sistema de filtração em duas etapas, armazenamento e queimador do biogás.

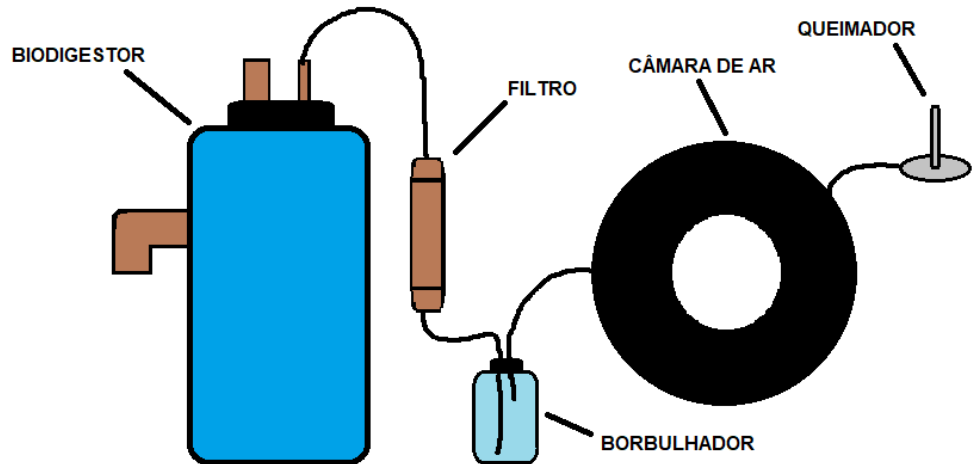


Imagem 10: Projeto do biodigestor em 2D



Imagem 11: Projeto do biodigestor em 3D

Mas o que é um biodigestor? Segundo Reis “Os biodigestores anaeróbios podem ser definidos como câmaras fechadas, nas quais é colocado o substrato orgânico para ser decomposto na ausência de oxigênio molecular, tendo como subproduto principal o biogás” (2012, p.18). Este processo de decomposição é uma transformação química e biológica, que acontece naturalmente no meio ambiente.

Em um Biodigestor anaeróbio os produtos resultantes do processo de decomposição ou biodigestão se apresentam na forma gasosa, o biogás, onde este se mostra na forma de uma mistura composta basicamente por dois gases, o dióxido de carbono (CO_2), este sendo um gás que não inflama e o gás metano (CH_4) este inflamável, bem como na forma líquida, o qual dependendo do substrato e da tecnologia utilizada podem ser usados como biofertilizantes (MACHADO, 2016). Ou seja, o biogás é um produto da ação digestiva das bactérias metanogênicas, que também apresenta traços de nitrogênio (N), hidrogênio (H) e gás sulfídrico (H_2S) e se forma por intermédio da decomposição de matéria orgânica (biomassa) em condições anaeróbicas (COLDEBELLA *apud* BARBOSA; LANGER, 2011).

O biodigestor anaeróbio sugerido no livreto experimental é do tipo **Batelada**. Este modelo é bastante simples e não exige um grande desprendimento de tempo em sua operacionalidade, pois a sua instalação é simples e basta ser carregado uma única vez, deixando-o fermentar por um período adequado. Após o término da fermentação e produção do biogás, o material fermentado é descarregado (DEGANUTTI et al, 2002).

Na construção do biodigestor, assim como nas etapas anteriores, os alunos tiveram total autonomia, pois o professor neste momento atuou como um mediador entre os discentes e a prática, orientando sobre como fazer o biodigestor e demonstrando a função que cada parte do sistema desempenha na produção do biogás e do biofertilizante.



Imagem 12: Montagem e vedação do alimentador e da saída de gás da câmara de digestão.



Imagem 13: Montagem e vedação da saída do biofertilizante.

O quinto e último grupo, ficou responsável por fazer a mistura e homogeneização entre os resíduos alimentares e o esterco bovino. Após o processo de homogeneização o grupo transferiu a mistura para dentro do biodigestor, onde o mesmo foi vedado pelos alunos do grupo quatro (grupo da montagem). Durante a vedação os alunos foram orientados sobre a importância dessa etapa na montagem do biodigestor, pois além de evitar a saída de gás, estamos tratando de uma biodigestão anaeróbia, ou seja, a presença de oxigênio no sistema é indesejada.



Imagem 14: Homogeneização dos resíduos alimentares e esterco bovino.



Imagem 15 e 16: Alimentando a câmara de digestão / Aplicando o silicone para vedação.



Imagem 17: Finalizando a vedação câmara de digestão.

Após a confecção da câmara de digestão, passamos para segunda fase da confecção do biodigestor, que é a montagem do sistema de filtração. No projeto apresentado no livreto experimental é sugerido que este sistema seja dividido em duas partes. A primeira será composta por um filtro contendo óxido ferro III, onde este será utilizado para retirar ou reduzir a concentração do gás sulfídrico (H_2S) e a segunda parte da filtração será utilizada para retirar o dióxido de carbono (CO_2)

Na confecção do filtro para retirada do gás sulfídrico (H_2S) uma parte do grupo ficou responsável por produzir o óxido de ferro III (Fe_2O_3). Nesta etapa os discentes submeteram uma porção de palha de aço a um processo de combustão, onde a partir desse processo foi produzido o produto desejado (óxido de ferro III), conforme representado na imagem abaixo.



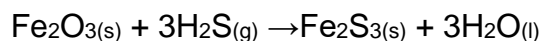
Imagem 18: Queima da palha de aço para produção de óxido de ferro III (Fe_2O_3).

Durante a produção do óxido de ferro, foram abordados temas como óxidos, reações de oxidação, superfície de contato e adsorção. Após a queima da palha de aço, o produto dessa combustão (óxido de ferro III) foi introduzido dentro do filtro que foi confeccionado com canos de PVC seguindo as orientações do livreto experimental.

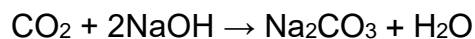


Imagem 19: Filtro de PVC preenchido com óxido de ferro III (Fe_2O_3) para retirada de gás sulfídrico (H_2S).

A retirada do gás sulfídrico ocorrerá por meio de uma adsorção, conforme representado na equação abaixo.



Para o segundo sistema de filtração, este agora responsável pela retirada do dióxido de carbono (CO_2), foi confeccionado um borbulhador seguindo as instruções do livreto experimental. Este borbulhador foi preenchido com uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 1,87 M, que ao reagir com o dióxido de carbono (CO_2) proveniente da câmara de digestão, irá formar o carbonato de sódio (Na_2CO_3) conforme representado na equação abaixo.



Na confecção desse borbulhador foram abordados com os discentes conceitos de funções inorgânicas, reações de neutralização e a importância da retirada do dióxido de carbono para termos um biogás de melhor qualidade, pois o CO_2 dificulta o processo de combustão.



Imagem 20: Produção da solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 1,87 M.



Imagem 21: Borbulhador para retirada de dióxido de carbono (CO_2)

Após a confecção do sistema de filtração, passamos diretamente para instalação do queimador. Não foi confeccionado o sistema de armazenamento, pois foi constatado que o volume útil dentro da câmara de digestão é suficiente para a

produção de gás esperada. A confecção do queimador foi simples, bastando apenas a instalação do bico queimador na mangueira.



Imagem 22: Instalação do bico queimador.

Após a confecção e alimentação do biodigestor, passamos para fase de acompanhamento do mesmo. Devido a reforma na escola, o biodigestor não pôde ficar na área externa, pois havia o perigo do mesmo ser danificado, logo o biodigestor foi alocado dentro do laboratório de química. Diante desse fato foi constatado que a produção do biogás foi prejudicada, pois para uma melhor eficiência da câmara de digestão, a mesma deve ser alocada em um ambiente que receba calor. Com a verificação desse fato, foi abordado com os discentes a importância do calor nesse processo de biodigestão e partir daí foram abordados conceitos de cinética química, tais como: teoria das colisões e energia cinética das moléculas.

O biodigestor até o momento da redação deste trabalho não gerou uma quantidade de biogás satisfatória e ainda está na fase de acompanhamento.

Após a aplicação da prática com o biodigestor, as imagens e experiências serviram de subsídios para alimentar o livreto experimental, onde este, fornecerá ao professor uma proposta de aula experimental, trazendo como objeto de experimentação um biodigestor anaeróbio, que será confeccionado e manuseado pelo professor em conjunto com seus alunos, abordando com essa prática diversos conteúdos de ciências, tais como: matéria, suas propriedades e transformações, energia e transformação de energia, ciclos biogeoquímicos, etc. É importante salientar

que este livreto não traz uma metodologia pronta e acaba, e sim, uma sugestão no qual o professor é livre para adaptar a sua realidade

6. RESULTADOS

A coleta dos resultados referentes a aplicação do livreto experimental e do biodigestor foi realizada por meio de uma *avaliação posteriori*, onde esta, contém os mesmos conteúdos e as mesmas questões que foram aplicadas na *avaliação diagnóstica* (vide apêndice 02). Como resultado da aplicação desses produtos, percebe-se que os mesmos proporcionaram aos alunos participantes um avanço na aprendizagem, conforme pode ser observado no gráfico de desempenho representado abaixo.

Gráfico 02: Quantidade de alunos / Pontuação atingida (*Posteriori*)

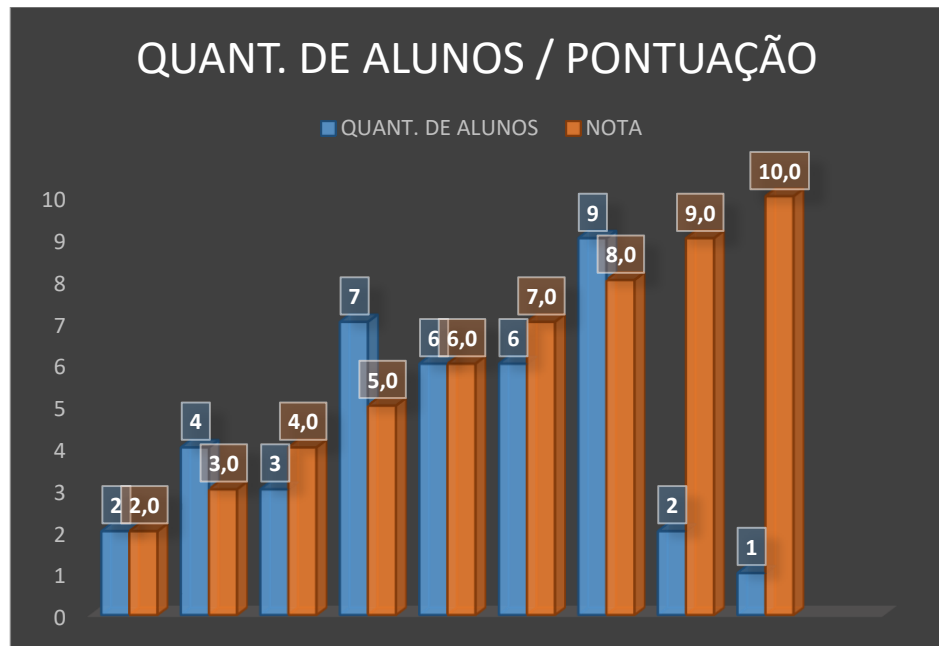


Tabela 02: Quantidade de alunos / Média geral (*Posteriori*)

TOTAL DE ALUNOS	40
MÉDIA GERAL	6,02

O quantitativo de participantes que realizaram *avalição posteriori* foi de 40 alunos. Desse total, cerca de 60% obtiveram notas entre 6,0 pontos e 10,0 pontos, restando 40% dos alunos participantes com notas entre 0,0 e 5,0 pontos. A média

geral da turma ficou em 6,02 pontos. Diante desses dados, pode-se observar que houve um aumento 48,64% na média geral da turma.

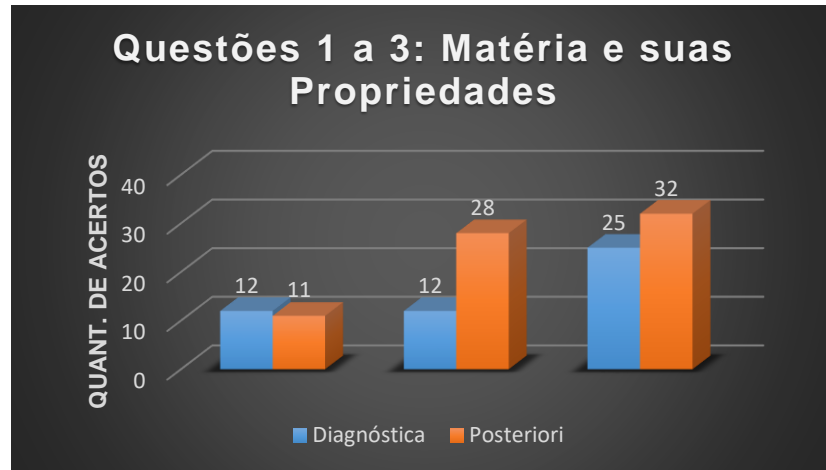
A análise qualitativa também demonstra que os discentes obtiveram um avanço na aprendizagem e melhoraram o desempenho em todos os temas abordados nas avaliações, conforme pode ser observado nos dados representados abaixo.

Conteúdo: Matéria e suas propriedades – Questões 1 a 3.

1º Questão	Quantidade de acertos	
Alternativas / A alternativa correta está em destaque	Diagnóstica	Posteriori
Alternativa A	12	11
Alternativa B	4	6
Alternativa C	11	8
Alternativa D	13	15

2º Questão	Quantidade de acertos	
Alternativas / A alternativa correta está em destaque	Diagnóstica	Posteriori
Alternativa A	12	28
Alternativa B	15	4
Alternativa C	6	2
Alternativa D	4	4
Alternativa E	3	2

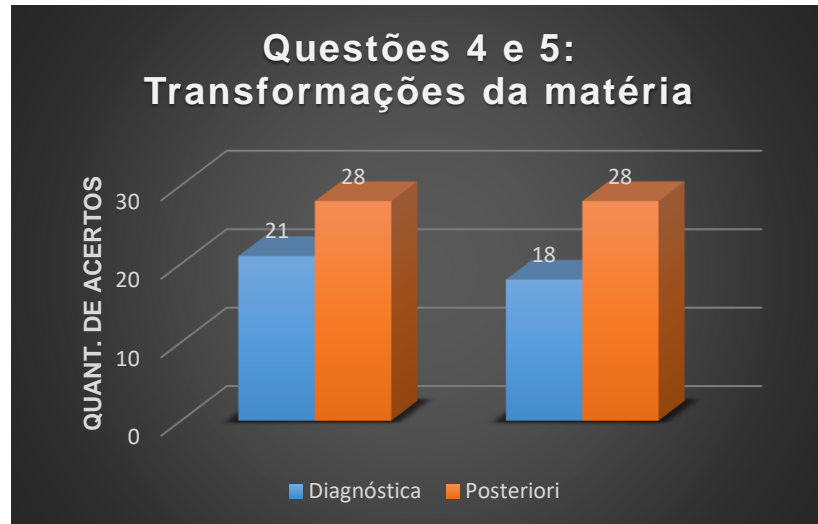
3º Questão	Quantidade de acertos	
Alternativas / A alternativa correta está em destaque	Diagnóstica	Posteriori
Alternativa A	25	32
Alternativa B	6	5
Alternativa C	4	2
Alternativa D	4	1
Alternativa E	1	0



Conteúdo: Transformações da matéria – Questões 4 e 5.

4º Questão Alternativas / A alternativa correta está em destaque	Quantidade de acertos	
	Diagnóstica	Posteriori
Alternativa A	21	28
Alternativa B	5	5
Alternativa C	6	3
Alternativa D	3	1
Alternativa E	5	3

5º Questão Alternativas / A alternativa correta está em destaque	Quantidade de acertos	
	Diagnóstica	Posteriori
Alternativa A	18	28
Alternativa B	7	5
Alternativa C	2	3
Alternativa D	8	1
Alternativa E	5	3

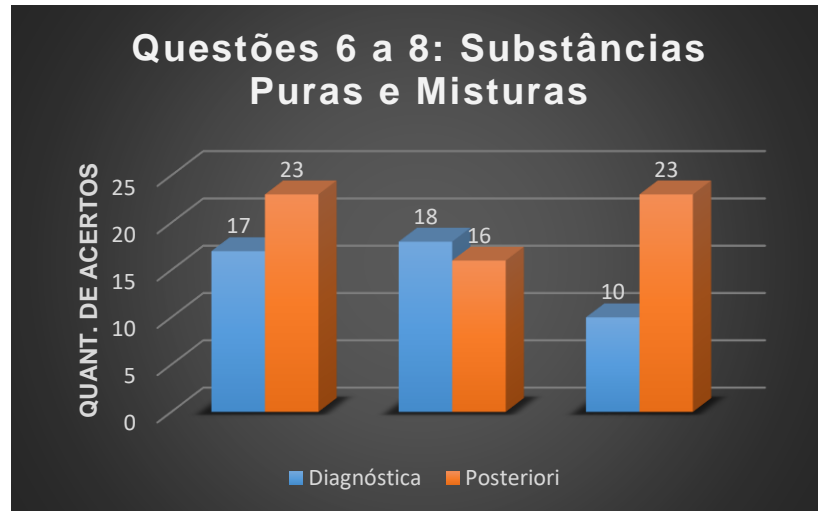


Conteúdo: Substâncias puras e Misturas – Questões 6 a 8.

6º Questão	Quantidade de acertos	
	Diagnóstica	Posteriori
Alternativas / A alternativa correta está em destaque		
Alternativa A	17	23
Alternativa B	10	5
Alternativa C	7	4
Alternativa D	5	5
Alternativa E	1	3

7º Questão	Quantidade de acertos	
	Diagnóstica	Posteriori
Alternativas / A alternativa correta está em destaque		
Alternativa A	18	16
Alternativa B	6	8
Alternativa C	7	5
Alternativa D	5	8
Alternativa E	4	3

8º Questão	Quantidade de acertos	
	Diagnóstica	Posteriori
Alternativas / A alternativa correta está em destaque		
Alternativa A	10	8
Alternativa B	13	8
Alternativa C	10	23
Alternativa D	7	1



Conteúdo: Separação de Misturas – Questões 9 e 10.

9º Questão Alternativas / A alternativa correta está em destaque	Quantidade de acertos	
	Diagnóstica	Posteriori
Alternativa A	5	6
Alternativa B	8	7
Alternativa C	9	4
Alternativa D	17	23
Alternativa E	1	0

10º Questão Alternativas / A alternativa correta está em destaque	Quantidade de acertos	
	Diagnóstica	Posteriori
Alternativa A	31	37
Alternativa B	5	0
Alternativa C	3	1
Alternativa D	0	0
Alternativa E	1	2



Pode-se observar que os resultados obtidos a partir da aplicação destes dois produtos, mostram que a aplicação de ambos gerou um resultado satisfatório, pois houve um aumento significativo na média geral da turma, bem como um avanço na aprendizagem nos conteúdos que foram abordados, comprovando que a teoria associada a prática, mediada pelas novas metodologias de ensino, proporcionam aos discentes uma aprendizagem mais significativa.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os produtos educacionais propostos nesse trabalho, bem como as metodologias que foram empregadas, mostraram-se como sendo boas ferramentas para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, pois foi evidenciado pelos dados obtidos a partir das *avaliações diagnósticas e posteriori*. A aplicação desses produtos de forma prática, associados as teorias vistas em sala de aula e norteados pelas metodologias ativas que foram empregadas (Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e o Maker), demonstram que ambos oferecem aos discentes uma aprendizagem mais significativa.

A educação brasileira tem um grande desafio pela frente, pois é notório que os discentes estão perdendo o interesse pela escola. Não podemos mais enxergar essas novas gerações da mesma forma que enxergávamos gerações passadas. Os discentes de hoje aprendem de forma diferente e se quisermos diminuir a evasão escolar, bem como melhorar os índices da nossa educação, é necessário que nosso sistema de ensino se atualize e a partir dos resultados obtidos nesse trabalho, pode-se observar que as metodologias ativas podem ser o caminho.

Porém, para que os resultados obtidos nesse trabalho sejam uma realidade nas escolas de nosso país, é necessário que haja uma grande mudança, não só em nosso sistema de ensino, como já está ocorrendo com a implantação do novo ensino médio por exemplo, mas também na graduação dos novos professores e na formação continuada dos professores que já atuam nas escolas.

Além da formação dos professores é necessário também, um incentivo maior por parte dos governos em relação as condições de trabalho que são oferecidos aos professores, uma escola para oferecer uma educação de qualidade, necessita ter o mínimo de insumos e equipamentos. Faz-se necessário também, uma melhor valorização do corpo docente, pois para que um professor possa elaborar e aplicar uma atividade como esta, requer um bom tempo de preparo e muitas vezes isso não possível, pois os mesmos precisam trabalhar em mais de uma instituição para poder ter um salário digno.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, G.; LANGER, M. **Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental.** Unoesc & Ciência – ACSA, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 87-96, jan./jun. 2011.

BASTOS, C. C. *Metodologias ativas.* 2006. Disponível em: <<http://educacaoemedicina.blogspot.com.br/2006/02/metodologias-ativas.html>>. Acesso em: 02 ago. 2022.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.

BINSFELD, Silvia Cristina; AUTH, Milton A. **A experimentação no ensino de ciências da educação básica: constatações e desafios.** Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências, v. 8, p. 1-10, 2011.

CORDEIRO, L. F., et al. **MOVIMENTO MAKER E A EDUCAÇÃO: A TECNOLOGIA A FAVOR DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO.** Revista Mundi Sociais e Humanidades. Curitiba, PR, v. 4, n. 1, 45, jan/jul, 2019.

DEGANUTTI, Roberto et al. Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada. **Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural**, 2002.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

ECHEVERRÍA, María del Puy Pérez; POZO, Juan Ignacio. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender.** Porto Alegre: ArtMed, p. 13-42, 1998.

GALBIATTI, João A. et al. Estudo quali-quantitativo do biogás produzido por substratos em biodigestores tipo batelada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 4, p. 432-437, 2010.

GAVASSA, R. C. F. B. et al. *Cultura Maker, Aprendizagem Investigativa por Desafios e Resolução de Problemas na SME - SP (Brasil)*. **FLBrazil**. V.01, N. 01, 2016.

GIANI, Kellen. *A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa*. 2010.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química nova na escola**, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*, 4ª edição. São Paulo, SP: Atlas, 2002.

LAKATOS, Eva M.; MARCONI, Marina A. **Fundamentos de metodologia**. 5ª ed. - São Paulo: Atlas 2003.

LEITE, Laurinda; ESTEVES, Esmeralda. **Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na licenciatura em ensino de física e química**. Braga: Centro de Investigação em Educação do Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho, 2005. ISBN 972-8746-36-9. p. 1752-1768.

LOPES, L. O., et al. **O “Maker” na Escola: uma Reflexão sobre Tecnologia, Criatividade, e Responsabilidade Social**. IV congresso de tecnologias na educação, Recife- PE, agosto de 2019.

MACHADO, G. B. **Biodigestor anaeróbio**. Disponível em: <<http://www.portaldobiogas.com/biodigestor-anaerobio/>>. Acesso em 24 de out. 2016.

MORAES, Roque; RAMOS, Maurivan G.; GALIAZZI, Maria do Carmo. *Aprender química: promovendo excursões em discursos da química*. **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil**. Ijuí: UNIJUI, 2007.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.

PACHECO, Décio. **A experimentação no ensino de ciências**. *Ciência & Ensino* (ISSN 1980-8631), v. 2, n. 1, 2006.

PEREIRA, Boscoli Barbosa. Experimentação no ensino de ciências e o papel do professor na construção do conhecimento. **Cadernos da FUCAMP**, v. 9, n. 11, 2010.

REIS, Alexsandro S. **Tratamento de resíduos sólidos orgânicos em biodigestor anaeróbio**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife: 2012.

SEVERINO, A. J. Metodologia do trabalho científico. 23a Edição Revista e Atualizada 9a impressão – São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, Keila Crystyna Brito et al. MEPE: Metodologia para elaboração de produto educacional. 2018.

SOARES, Maria Teresa Carneiro, PINTO, Neuza Bertoni. **Metodologia da resolução de problemas**. ANPED - GT19. Disponível em: <http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_24/metodologia.pdf>. Acesso em: 14 JUN. 2022.

WILSEK, Marilei Aparecida Gionedis; TOSIN, João Angelo Pucci. Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas. **Portal da Educação do Estado do Paraná**, v. 3, n. 5, p. 1686-8, 2009.

APÊNDICE 01

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DE QUÍMICA

Prof. Luis Henrique Carvalho

Esta avaliação servirá para que o professor possa rever suas práticas em sala de aula, visando melhorar a aprendizagem dos alunos, a mesma também servirá para medir o conhecimento e assim ajudar na montagem das avaliações.

OBS: ESTA AVALIAÇÃO NÃO VALE NOTA.

Questão 01: Quatro frascos com diferentes substâncias incolores estão identificadas com as seguintes informações: massa, volume, densidade e viscosidade. Que propriedades não permitem reconhecer um material?

- a) massa e volume
- b) ponto de fusão e densidade
- c) solubilidade e combustibilidade
- d) densidade e condutividade elétrica

Questão 02: As propriedades de um material utilizadas para distinguir-se um material do outro são divididas em Organolépticas, Físicas e Químicas. Associe a primeira coluna com a segunda coluna e assinale a alternativa que apresenta a ordem correta das respostas.

PRIMEIRA COLUNA	SEGUNDA COLUNA
(A) Propriedade Organoléptica	<input type="checkbox"/> Sabor
	<input type="checkbox"/> Ponto de Fusão
(B) Propriedade específica	<input type="checkbox"/> massa
	<input type="checkbox"/> inércia
(C) Propriedade geral	<input type="checkbox"/> Densidade
	<input type="checkbox"/> Odor
	<input type="checkbox"/> condutividade elétrica

- a) A, B, C, C, B, A, B.
- b) A, B, C, A, B, C, B.
- c) A, C, B, C, B, C, B.
- d) A, B, C, B, B, A, B.

e) C, B, A, C, B, A, B.

Questão 03: Uma pessoa comprou um frasco de álcool anidro. Para se certificar de que o conteúdo do frasco não foi fraudado com a adição de água, basta que ela determine, com exatidão,

- I. A densidade
- II. O volume
- III. O ponto de ebulição
- IV. A massa

Dessas afirmações, são corretas somente:

- a) I e III.
- b) I e II.
- c) I e IV.
- d) II e III.
- e) III e IV.

Questão 04: Entre as transformações adiante, assinale a alternativa que representa um fenômeno químico:

- a) Obtenção de amônia a partir de hidrogênio e nitrogênio.
- b) Obtenção de gelo a partir da água.
- c) Obtenção do oxigênio líquido a partir do ar atmosférico.
- d) Solidificação da parafina.
- e) Sublimação da naftalina.

Questão 05: Entre as transformações a seguir, indique qual pode ser considerada transformação química:

- a) obtenção da cachaça através da fermentação da cana de açúcar.
- b) sublimação do gelo seco.
- c) decantação de uma amostra de água turva.
- d) ebulição da água.
- e) fabricação de fios de cobre a partir de uma barra de cobre.

Questão 06: Alguns historiadores da Ciência atribuem ao filósofo pré-socrático Empédocles a Teoria dos Quatro Elementos. Segundo essa teoria, a constituição de tudo o que existe no mundo e sua transformação dariam-se a partir de quatro elementos básicos: fogo, ar, água e terra. Hoje, a química tem outra definição para elemento: o conjunto de átomos que possuem o mesmo número atômico. Portanto, definir a água como elemento está quimicamente incorreto, porque se trata de:

- a) uma substância composta com dois elementos.
- b) uma substância simples com dois elementos.
- c) uma substância composta com três elementos.
- d) uma mistura de dois elementos.
- e) uma mistura de três elementos.

Questão 07: Considere os seguintes sistemas:

- I. Gás carbônico e oxigênio
- II. Água e álcool
- III. Granito
- IV. Sangue

A alternativa que apresenta a sequência correta com os tipos de misturas apresentados é:

- a) I. homogênea, II. homogênea, III. heterogênea e IV. heterogênea.
- b) I. heterogênea, II. homogênea, III. heterogênea e IV. homogênea.
- c) I. homogênea, II. heterogênea, III. homogênea e IV. homogênea.
- d) I. homogênea, II. homogênea, III. heterogênea e IV. homogênea.
- e) I. homogênea, II. heterogênea, III. heterogênea e IV. homogênea.

Questão 08: Embora uma substância pura, como a água destilada, e uma mistura homogênea, como a água mineral, possam apresentar um aspecto uniforme, a substância pura difere da mistura homogênea por:

- a) ser visualmente mais límpida.
- b) apresentar maior afinidade química.
- c) apresentar constantes físicas definidas.
- d) apresentar maior interação entre as moléculas.

Questão 09: Na preparação do café, a água quente entra em contato com o pó e é separada no coador. As operações envolvidas nessa separação são, respectivamente:

- a) destilação e decantação.
- b) filtração e destilação.
- c) destilação e coação.
- d) extração e filtração.
- e) extração e decantação.

Questão 10: Uma mistura formada por gasolina, água, serragem e sal de cozinha pode ser separada nos seus diversos componentes seguindo-se as seguintes etapas:

- a) filtração, decantação e destilação.
- b) catação e decantação.
- c) sublimação e destilação.
- d) prensagem e decantação.
- e) destilação e decantação

APÊNDICE 02

LIVRETO EXPERIMENTAL

Biodigestor Anaeróbico

UM PASSO A PASSO PARA CONSTRUIR,
ALIMENTAR E MANUSEAR.

NÍVEL MÉDIO

Luis Henrique P. de Carvalho

Maceió, AL
2022





UNIVERSIDADE FEDERAL
DE ALAGOAS

INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL (PROFQUI/UFAL)

LUIS HENRIQUE PEREIRA DE CARVALHO

Produto educacional apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Química em rede nacional (PROFQUI), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Prof^a PhD Sônia Salgueiro Machado

MACEIÓ, AL

2022

APRESENTAÇÃO

Saudações caro leitor(a)...

Este livreto foi pensado e elaborado com objetivo de oferecer-lhe um norte e um suporte para as suas aulas práticas, trazendo como objeto de experimentação um biodigestor anaeróbio, que será confeccionado e manuseado por você professor em conjunto com seus alunos, abordando com essa prática diversos conteúdos de ciências, tais como: matéria, suas propriedades e transformações, energia e transformação de energia, ciclos biogeoquímicos, etc.

A dinâmica de aplicação deste trabalho é baseada numa perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), e também no ensino por resolução de problemas e o maker, que são formas de ensino presentes nas metodologias ativas, visando oferecer para os alunos uma maior autonomia na construção do conhecimento. Neste trabalho o professor terá o papel de mediador do conhecimento, orientando os discentes de forma que os mesmos obtenham uma aprendizagem mais significativa e autônoma.

Neste material você encontrará uma sugestão de metodologia de aplicação do biodigestor, bem como os materiais e o passo a passo necessário para a confecção do mesmo, para escolha e tratamento dos substratos, para alimentação da câmara de digestão, coleta de dados e sugestões de avaliação de todo o processo.

Este material segue as competências, unidades temáticas e habilidades propostas pela nova BNCC.

Espero que este livreto possa contribuir de forma positiva com a sua metodologia de ensino, fazendo com você tenha um maior engajamento por partes dos alunos e possa colher bons frutos desse método de ensino, estimulando-te a criar suas próprias metodologias.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	4
2.	OBJETIVO.....	6
2.1.	Geral:.....	6
2.2.	<u>Específicos:</u>	6
3.	UNIDADES TEMÁTICAS, COMPETÊNCIAS E HABILIDADES.....	7
3.1.	COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1.....	8
3.1.1.	HABILIDADES.....	8
3.2.	COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2.....	9
3.2.1.	HABILIDADES.....	9
3.3.	COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3.....	10
3.3.1.	HABILIDADES.....	10
4.	PERCURSO METODOLÓGICO.....	12
5.	CONFECCIONANDO O BIODIGESTOR.....	14
5.1.	MATERIAIS PARA CONFECCÃO DO BIODIGESTOR.....	14
5.2.	PROCEDIMENTO DE MONTAGEM DO BIODIGESTOR.....	15
5.2.1.	PARTE I: CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR.....	15
5.2.2.	PARTE II: CONFECCIONANDO O FILTRO.....	18
5.2.3.	PARTE III: CONFECCIONANDO O BORBULHADOR.....	20
5.2.4.	PARTE IV: CONFECCIONANDO A CÂMARA DE ARMAZENAMENTO DO BIOGÁS.....	21
5.2.5.	PARTE V: INSTALANDO O BICO QUEIMADOR.....	22
6.	ALIMENTANDO O BIODIGESTOR.....	23
7.	BIODIGESTÃO ANAERÓBIA.....	25
8.	COLETA DE RESULTADOS.....	27
9.	AVALIAÇÃO.....	29
10.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
	REFERÊNCIAS.....	31

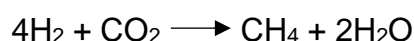
1. INTRODUÇÃO

O tema “Energias Renováveis” ou “Energias Limpas”, vem ganhando grande espaço nas discussões estratégicas das grandes nações, reforçadas pela escassez do petróleo e pelas mudanças climáticas causadas pela queima de combustíveis fósseis. Estas discussões giram em torno dos problemas ambientais e socioeconômicos, e como solução para esses problemas, surgem estudos sobre a possibilidade de implementação de formas de produção de energia que agridam menos o meio ambiente, as chamadas Energias Limpas.

Quando se trata de Energias Limpas o Brasil se destaca diante de outros países, pois a nossa posição geográfica (região tropical) nos favorece em relação a estas fontes renováveis.

Estas Energias Limpas ou Renováveis são oriundas das forças dos ventos, luz solar, hidráulica e biomassa. Esta última, é proveniente da matéria orgânica de origem animal e vegetal, que a depender do processo utilizado pode gerar o álcool, o biodiesel e o biogás. Este último, é o objeto de estudo que será abordado neste livreto, onde será confeccionado um biodigestor para a produção deste biogás e biofertilizante.

O que é um biodigestor Anaeróbio? Segundo Reis “Os biodigestores anaeróbios podem ser definidos como câmeras fechadas, nas quais é colocado o substrato orgânico para ser decomposto na ausência de oxigênio molecular, tendo como subproduto principal o biogás” (2012, p.18). Este processo de decomposição é uma transformação química e biológica, que acontece naturalmente no meio ambiente. A decomposição aneróbia é um processo envolvendo vários microorganismos em que o metano é produzido através da redução de gás carbônico por hidrogênio, conforme equação geral do processo abaixo.



Em um Biodigestor anaeróbio os produtos resultantes do processo de decomposição ou biodigestão se apresentam na forma gasosa, o biogás, onde este se mostra na forma de uma mistura composta basicamente por dois gases, o dióxido de carbono (CO_2), este sendo um gás que não inflama e o gás metano (CH_4) este inflamável, bem como na forma líquida, o qual dependendo do substrato e da tecnologia utilizada podem ser usados como biofertilizantes (MACHADO, 2016). Ou

seja, o biogás é um produto da ação digestiva das bactérias metanogênicas, que também apresenta traços de nitrogênio (N), hidrogênio (H) e gás sulfídrico (H₂S) e se forma por intermédio da decomposição de matéria orgânica (biomassa) em condições anaeróbicas (COLDEBELLA *apud* BARBOSA; LANGER, 2011).

2. OBJETIVO

2.1. Geral:

Construir um Biodigestor anaeróbio, para aplicação e fixação dos conteúdos de transformação da matéria e transformações da energia, enfatizando a digestão anaeróbica como uma fonte de energia, amplamente usada como uma fonte de energia limpa e renovável.

2.2. Específicos:

- Estimular a aplicação de práticas pedagógicas que incentivem a autonomia dos estudantes na construção de uma aprendizagem significativa.
- Estimular nas escolas a aprendizagem por investigação, resolução de problemas e maker.
- Incentivar o uso de materiais de baixo custo e fácil acesso nas aulas experimentais, trazendo a ciência para próximo dos estudantes.
- Construir o biodigestor anaeróbio para que o mesmo seja utilizado para a realização de um estudo de caso.
- Disseminar nas escolas a importância da utilização do biodigestor nas aulas de ciências e como o mesmo pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de forma prática e lúdica.

3. UNIDADES TEMÁTICAS, COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

Para orientar a preparação e execução deste trabalho, bem como assegurar que os discentes obtenham uma aprendizagem mais significativa, a **unidade temática** que se encaixa nesse trabalho segundo a BNCC, é a unidade **Matéria e Energia**, que se repete ao longo de todas as séries do ensino médio.

Segundo a BNCC,

A unidade temática **Matéria e Energia** contempla o estudo de materiais e suas transformações, fontes e tipos de energia utilizados na vida em geral, na perspectiva de construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diferentes usos da energia (BRASIL, 2018, p.325).

A unidade temática matéria e energia, irá trabalhar em consonância com as competências específicas para ciências da natureza e suas tecnologias, que segundo a BNCC,

para cada área do conhecimento, são definidas competências específicas, articuladas às respectivas competências das áreas do Ensino Fundamental, com as adequações necessárias ao atendimento das especificidades de formação dos estudantes do Ensino Médio. (BRASIL, 2018, p.470).

Além das competências específicas, no ensino médio, são relacionadas uma série de **habilidades** que devem ser desenvolvidas durante as etapas desse nível de ensino. No final de cada etapa, os discentes deverão ter adquirido essas habilidades. Por isso, este conjunto de habilidades, servem para nos orientar sobre como preparar e executar a aplicação desse biodigestor como ferramenta de aprendizagem no ensino de ciências, de forma que os discentes alcancem uma aprendizagem significativa.

Segundo a BNCC

as diferentes habilidades relacionadas a esta competência podem ser desenvolvidas com o uso de dispositivos e aplicativos digitais, que facilitem e potencializem tanto análises e estimativas como a elaboração de representações, simulações e protótipos. (BRASIL, 2018, p.554).

Vale ressaltar que tanto as competências quanto as habilidades, fazem parte da **formação geral básica** e que além dessa formação, há também os **itinerários formativos** que são uma parte indispensável do currículo do ensino médio, em consonância com as Diretrizes Curriculares Nacionais de 2018.

Segundo a BNCC, as competências específicas e habilidades que se enquadram nesse trabalho são:

3.1. COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1

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. (BRASIL, 2018, p. 554).

3.1.1. HABILIDADES

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas. (BRASIL, 2018, p. 555).

(EM13CNT102) 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. (BRASIL, 2018, p. 555).

(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida. (BRASIL, 2018, p. 555).

3.2. COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis. (BRASIL, 2018, p. 556).

3.2.1. HABILIDADES

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros). (BRASIL, 2018, p. 557).

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências. (BRASIL, 2018, p. 557).

(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta. (BRASIL, 2018, p. 557).

3.3. COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2018, p. 558).

3.3.1. HABILIDADES

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. (BRASIL, 2018, p. 559).

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental. (BRASIL, 2018, p. 559).

(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano. (BRASIL, 2018, p. 559).

Além da habilidade citadas pela BNCC, os discentes serão capazes de empregar as reações ocorridas na digestão anaeróbia para exemplificar o balanceamento de reações químicas.

4. PERCURSO METODOLÓGICO

As metodologias didáticas que serão abordadas neste trabalho serão o maker, que se concretizará na construção do biodigestor e o ensino por resolução de problemas, onde alunos, com o auxílio do biodigestor, buscarão resolver problemas reais vivenciados por eles na escola, em suas casas e na sua comunidade.

Antes de introduzirmos o problema é necessário que os alunos possuam alguns conhecimentos prévios, no qual os ajudarão na resolução dos problemas. Para esse trabalho segundo o que foi exposto acima na unidade temática, os conteúdos prévios são:

- Introdução do conceito de matéria.
- Propriedades da matéria.
- Transformações da matéria.
- Energia e transformações da energia.
- Substâncias puras e misturas.
- Separação de misturas.
- Estequiometria.
- Funções inorgânicas
- Termoquímica.
- Cinética química.
- Funções Orgânicas.
- Reações Orgânicas.

Na introdução do problema, onde este deve estar relacionado com a vivência do aluno, o mesmo pode ser iniciado com apresentação de vídeos, imagens, reportagens e debates. Após estes momentos de introdução do problema que podem ocorrer em ambientes diversos da escola, faz-se necessário a elaboração de questões prévias, no qual os alunos deverão responder enquanto realizam a prática e solucionam o problema.

Abaixo serão listados exemplos de questões prévias, tomando como pressuposto que a prática será aplicada em uma escola pública e de tempo integral.

Tais questões devem ser elaboradas de acordo com a realidade de cada escola.

QUESTÕES PRÉVIAS

1. Você sabe quantas refeições são ofertadas pela escola nos três turnos na qual ela funciona?
2. Quantos pratos são ofertados no total?
3. Como são feitos os descartes dos restos alimentares gerados no preparo e nas sobras deixadas pelos seus colegas?
4. A forma como os resíduos alimentares são descartados na escola está correta? Justifique.
5. Quais as formas mais eficientes e que agridem menos o meio ambiente, poderiam ser aplicadas na sua escola para dar um destino melhor a estes resíduos alimentares?
6. O biodigestor seriam uma dessas formas eficientes? Justifique.
7. Quais são os benefícios gerados pelo uso do biodigestor, como uma alternativa para o descarte de resíduos alimentares produzidos na escola?
8. De acordo com o que foi estudado em sala e aplicado em nossas atividades práticas, podemos considerar o biogás produzido pelo biodigestor como sendo uma energia renovável?
9. Como o gás metano é produzido?
10. O que é um combustível limpo?
11. O gás metano (CH_4) produzido pelo nosso biodigestor, pode ser considerado um combustível limpo?

5. CONFECCIONANDO O BIODIGESTOR

A confecção do biodigestor deverá ser feita em local apropriado, tal como o laboratório de ciências ou um espaço que disponha de mesas, tomadas de energia, boa iluminação e que seja arejado, pois os alunos farão uso de ferramentas e materiais como os listados abaixo.

Para esta parte do trabalho é de extrema importância que o professor distribua as tarefas e que esteja presente, para orientar os alunos quanto ao uso e os cuidados que devem ser tomados ao manusear tais materiais.

5.1. MATERIAIS PARA CONFECCÃO DO BIODIGESTOR

- **FERRAMENTAS**

- Arco de serra.
- Furadeira.
- Broca serra copo de 20 mm
- Broca serra copo de 40 mm
- Chave de fenda

- **MATERIAIS PARA CONFECCÃO**

- 1 bombona plástica de 50 L.
- 1 flange de PVC com registro de 20mm.
- 2 metros de cano PVC de 40 mm.
- 1 joelho de PVC de 40 mm.
- 2 flanges de PVC de 40 mm.
- 4 caps de PVC de 40 mm.
- 4 m de mangueira para gás.

- 4 pçs de palha de aço.
- 1 câmara de ar de moto previamente adaptada com dois bicos de ar.
- 1 bico queimador para gás.
- 4 abraçadeiras para mangueira de gás.
- 2 colas epóxi
- 1 cola para canos de PVC
- 1 pote de vidro grande com tampa (pote de azeitonas)

5.2. PROCEDIMENTO DE MONTAGEM DO BIODIGESTOR

5.2.1. PARTE I: CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR.

Nesta câmara de digestão ocorrerá a fermentação do substrato e transformação do mesmo em adubo e biogás.

1. Com o auxílio de uma furadeira e uma serra copo de 20 mm, faça uma perfuração na tampa da bombona.



2. Com o auxílio de uma furadeira e uma serra copo de 40 mm, faça uma segunda perfuração na tampa e posteriormente uma outra perfuração na lateral da bombona, localizada no lado oposto a perfuração anterior.
3. Para instalar a saída de gás do biodigestor, instale no primeiro orifício feito na tampa (perfuração de 20mm) a flange com registro acoplado de 20mm.



4. Com o auxílio de um arco de serra, corte um pedaço do cano de 40 mm para fazer o alimentador do biodigestor. Este alimentador deve atingir o fundo da bombona e ficar um pouco acima da tampa.



Obs: na ponta que toca o fundo da bombona, deve ser feito um corte em L, para facilitar a entrada do substrato e não causar a obstrução do alimentador.



5. Para instalar o alimentador, primeiramente instale a flange de 40 mm no segundo orifício que foi feito na tampa da bombona, em seguida insira o cano alimentador de forma que o mesmo atinja o fundo da bombona.



Obs: Feche o alimentador colocando o cap na extremidade externa do cano, para evitar a saída de odores.

6. Para a instalação da saída do material decomposto, instale no orifício lateral um flange de vedação de 40mm e em seguida um cano em L, confeccionado com dois pedaços de cano de 40 mm unidos com um joelho de 40 mm.

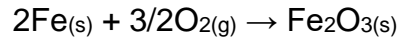


5.2.2. PARTE II: CONFECCIONANDO O FILTRO.

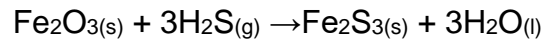
Neste filtro ocorrerá a eliminação do gás sulfídrico (H_2S), um subproduto tóxico e indesejado. O H_2S será retirado do biogás fazendo-o com que o mesmo reaja com óxido de ferro III, que iremos produzir a partir da queima da palha de aço.



Queima da palha de aço para produção de óxido de ferro III (Fe_2O_3).



Após a queima da palha de aço, a mesma será introduzida dentro do filtro e a retirada do gás sulfídrico ocorrerá por meio de uma adsorção.



Segundo KOHL e Nielsen,

O processo de purificação de gás com óxido de ferro é um dos métodos mais antigos para a remoção de compostos de enxofre de gases industriais. O processo é em geral aplicado para o tratamento de pequenos volumes de gás onde a quantidade de enxofre removida não justifica o uso e complexidade de um processo de regeneração com a recuperação de enxofre (KOHL e NIELSEN, 1997 apud, BECKER, 2013, p. 49)

Abaixo segue o passo a passo para a montagem do filtro.

PASSO A PASSO

1. Para confeccionar o filtro, corte um pedaço de aproximadamente 40 cm do cano de 40mm, em seguida pegue dois caps e faça um orifício em cada um deles. Estes orifícios devem ter um tamanho suficiente para a entrada da mangueira de gás.



2. Em cada um dos caps, faça a instalação da mangueira de gás. Estas mangueiras devem ser instaladas de forma que em um dos caps a mangueira seja conectada na saída de gás da câmara de digestão e no outro cap a

mangueira deverá ser conectada ao borbulhador, que será confeccionado logo adiante.



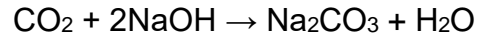
3. Submeta a palha de aço a uma combustão para poder produzir o óxido de ferro III.



4. Preencha o filtro com as palhas de aço (óxido de ferro III) e em seguida feche o mesmo com os caps.

5.2.3. PARTE III: CONFECCIONANDO O BORBULHADOR

Este borbulhador será responsável pela retirada do excesso de gás carbônico (CO_2), que é produzido junto com o biogás e também é um subproduto indesejável, pois o mesmo não é inflamável. Este borbulhador será preenchido com uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 1,87 M, que reagirá com o CO_2 produzindo carbonato de sódio e água.



1. Com o auxílio de uma furadeira e uma broca para perfurar metal, faça dois orifícios na tampa do pote vidro, de forma que estes orifícios permitam a entrada da mangueira de gás.
2. Conecte as mangueiras ao borbulhador de forma que a mangueira que vem do filtro atinja o fundo do pote e fique em contato com a solução de hidróxido de sódio. A segunda mangueira por onde sairá o biogás sem a presença de CO₂, deverá ficar acima do nível da solução de hidróxido de sódio e será conectada a câmara de ar, onde o biogás será armazenado.



5.2.4. PARTE IV: CONFECCIONANDO A CÂMARA DE ARMAZENAMENTO DO BIOGÁS

A câmara de armazenamento do biogás deve ser confeccionada previamente em uma borracharia, pois é necessário equipamentos especiais, tais como: compressor e prensa térmica. Esta câmara armazenará o biogás, para posteriormente ser utilizado com fonte de calor em um bico queimador.

5.2.5. PARTE V: INSTALANDO O BICO QUEIMADOR

O bico queimador de gás será conectado a mangueira que vem da câmara de armazenamento, o mesmo pois uma válvula de segurança para evitar acidentes.



6. ALIMENTANDO O BIODIGESTOR

Após a confecção da câmara de digestão, chegamos agora em uma etapa extremamente importante, que é a alimentação do biodigestor. Esses dispositivos podem ser alimentados com qualquer tipo de substrato orgânico, tais como: restos alimentares, restos de vegetação e fezes de animais. A escolha do substrato e a forma como o mesmo será introduzido na câmara de digestão são dois fatores muito importantes, pois vão definir o quanto de gás será produzido.

O biodigestor sugerido por esse livreto, tem como objetivo usar resíduos alimentares gerados na cozinha e as sobras alimentares das refeições da escola, porém mesmo que haja bactérias nesses resíduos, apenas eles não são o suficiente para produzirmos uma quantidade significativa de gás. O que sugerimos neste livreto e que também é o ideal, é que o biodigestor seja alimentado com uma mistura de resíduos alimentares e esterco bovino fresco.

O esterco bovino irá nos oferecer as bactérias necessárias para dar ignição no biodigestor. Essas bactérias presentes nas fezes do animal irão se alimentar da matéria orgânica presente na câmara de digestão decompondo-os e como produtos desse processo(fermentação) serão gerados biogás e biofertilizantes.

Para acelerar o processo de digestão será necessário alimentar o biodigestor com uma parte do substrato sólido e também com uma parte líquida, numa proporção aproximada de 40% / 60% respectivamente. Deve-se também dar uma atenção especial na qualidade do substrato, fazendo-o passar por um processo de **granulometria**, onde a matéria orgânica deve ser analisada afim de verificar a presença de certas impurezas, como resíduos plásticos, areia e outros tipos de resíduos que possam atrapalhar o processo de digestão. Caso haja a presença dessas impurezas, as mesmas devem ser retiradas. Ainda sobre a análise da qualidade do substrato, é importante verificar se o mesmo não passou por algum processo inicial de decomposição, pois isso afeta diretamente na quantidade de biogás produzido.

Feito a análise do substrato, também devemos dar uma atenção especial ao tamanho das partículas do mesmo. Antes de introduzi-lo na câmara de biodigestão

devemos triturá-lo, pois seguindo os preceitos da cinética química, quanto menor o tamanho das partículas, mais rápida será a reação.

Após todo o preparo do substrato, chegou a hora de introduzir o mesmo no biodigestor. Feito a alimentação da câmara, feche-a e certifique-se de que está devidamente vedada, para que não haja escape do gás. Após a devida vedação da câmara de digestão, a mesma deverá ficar em local arejado e que receba luz solar, pois assim as bactérias se multiplicam com maior velocidade e conseqüentemente aceleramos a produção do nosso biogás e biofertilizante.

PASSO A PASSO PARA ALIMENTAR O BIODIGESTOR

1. Escolha do substrato (resíduos alimentares e esterco bovino fresco).
2. Submeter o substrato ao processo de granulometria.
3. Triturar os resíduos alimentares e misturar com o esterco.
4. Misturar o resíduo sólido com o líquido, numa proporção aproximada de 40% / 60% respectivamente.
5. Introduzir o substrato misturado na câmara de digestão.
6. Fechar e vedar bem a câmara de digestão para que não haja escape do gás.
7. Posicionar o biodigestor em um ambiente que seja arejado e que receba luz solar.

7. BIODIGESTÃO ANAERÓBIA

A biodigestão anaeróbia consiste em processo que envolve a presença de bactérias, onde estas na ausência de oxigênio, irão converter a matéria orgânica presente no substrato em gás metano (CH₄). Neste processo o dióxido de carbono será o aceptor final de elétrons, ou seja, o mesmo será reduzido pelo hidrogênio, conforme representado na equação geral abaixo.



Além do gás metano, outros gases estarão presentes no final desse processo, tais como: o dióxido de carbono (CO₂), gás sulfídrico (H₂S) e traços de outros gases. No sistema de filtração do nosso biodigestor, iremos retirar o dióxido de carbono (CO₂) por meio do borbulhamento do mesmo em uma solução de hidróxido de sódio (NaOH), enquanto que o gás sulfídrico (H₂S), será eliminado do biogás por meio de uma adsorção, fazendo o mesmo passar por um filtro contendo óxidos de ferro (FeO e Fe₂O₃), melhorando assim, a qualidade do nosso biogás.

A biodigestão anaeróbia é um processo que ocorre em quatro fases, que serão explicadas logo abaixo.

- A **hidrólise** é a primeira fase. Nesta fase, as bactérias fermentativas hidrolíticas irão transformar os compostos orgânicos de maior peso molecular e complexidade, como por exemplo carboidratos, aminoácidos e ácidos graxos de cadeias longas em compostos dissolvidos de menor peso molecular.

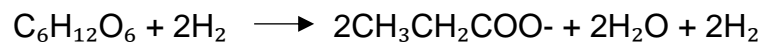
Ex.: Sacarose (C₁₂H₂₂O₁₁) transformando-se em glicose e frutose (C₆H₁₂O₆).



- A segunda fase é a **acidogênese**. Nesta fase os produtos formados na hidrólise serão metabolizados por bactérias acidogênicas, após essa

metabolização serão eliminados por essas bactérias, substâncias mais simples, tais como: ácidos graxos, etanol (C₂H₆O), ácido acético (CH₃COOH), ácido propanóico (CH₃CH₂COOH), dióxido de carbono (CO₂), gás hidrogênio (H₂), amônia (NH₃), gás sulfídrico (H₂S), entre outros.

Ex.: Glicose (C₆H₁₂O₆) transformando-se em ácido propanóico (CH₃CH₂COOH).



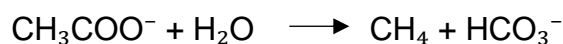
- A **acetogênese** é a terceira fase. Nesta fase os microrganismos (bactérias acetogênicas anaeróbicas), irão metabolizar os ácidos graxos e o etanol produzidos na etapa anterior e converter essas substâncias em acetato, gás hidrogênio e dióxido de carbono, que são substâncias essenciais para produção do metano que ocorrerá na próxima fase.

Ex.: ácido propanóico (CH₃CH₂COOH) transformando-se em acetato (CH₃COO⁻)



- A quarta e última fase da biodigestão anaeróbia é **metanogênese**, que consiste na produção de metano (CH₄), a partir do acetato, do gás hidrogênio e do dióxido de carbono, produzidos na etapa anterior, por meio das bactérias metanogênicas. Além do gás metano, também será produzido no processo o dióxido de carbono (CO₂), que deve ser eliminado em processos de filtração, para garantir um biogás de melhor qualidade.

Ex.: Acetato (CH₃COO⁻) transformando-se em metano (CH₄).



Na biodigestão anaeróbia, há muitos outros processos químicos além destes.

8. COLETA DE RESULTADOS

Devido à falta de equipamentos específicos, necessários para se fazer uma análise mais completa do biogás e do biofertilizante produzidos, a coleta de resultados será basicamente qualitativa. Pode-se fazer algumas medidas básicas tais como: odor do gás e do biofertilizante, cor da chama, pH do biofertilizante, presença de microrganismos na amostra do biofertilizante e tamanho médio das partículas do mesmo.

Assim, segue a abaixo uma tabela que servirá de norte para iniciar a análise e coleta de dados dos produtos gerados na biodigestão.

Obs: permita que os alunos façam essas análises, para que eles vivenciem esse processo.

TABELA PARA ANÁLISE	
PARÂMETROS P/ O BIOGÁS	ANOTAÇÕES
Odor do gás	
Cor da chama	
PARÂMETROS P/ O BIOFERTILIZANTE	ANOTAÇÕES
Quantidade da amostra	
Odor do biofertilizante	
pH da amostra	
Presença de microrganismos	

Tamanho médio das partículas	
------------------------------	--

9. AVALIAÇÃO

A avaliação é uma etapa de extrema importância, pois é por meio desta, que vamos verificar o quão esta atividade contribuiu para que os discentes obtivessem uma aprendizagem significativa. Porém esta parte fica **aberta** para que você professor(a), faça a sua avaliação da forma que melhor satisfaça a sua metodologia de ensino.

Há várias formas de avaliar os discentes nessa prática, podendo esta avaliação ser apenas qualitativa, analisando todo o processo pelo qual os alunos passaram, pontuando a questão da pontualidade, comportamento, comprometimento, assiduidade, participação e engajamento. Pode-se também, ser feita uma avaliação quantitativa, com aplicação de questionários, apresentação de seminários ou até mesmo aplicação de provas.

Há também a possibilidade de usar as duas formas de avaliação concomitantemente, mas como foi dito anteriormente, a avaliação deve ser feita de acordo com a sua metodologia.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para finalizar este livreto, quero salientar que o mesmo, é apenas uma **sugestão** de atividade prática envolvendo metodologias ativas (maker e ensino por resolução de problemas). O que foi exposto neste livreto trará um norte, que pode ser seguido à risca ou não, podendo este, ser moldado de acordo com as suas necessidades e as necessidades dos seus alunos.

A educação é algo que se constrói em conjunto e é para isso que este material serve. Ele foi pensado para ser utilizado em conjunto com a sua metodologia de ensino. Espero de alguma forma contribuir para que suas aulas se tornem mais atrativas, lúdicas e que proporcione um engajamento maior dos seus alunos.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, G.; LANGER, M. Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental. *Unoesc & Ciência – ACSA, Joaçaba*, v. 2, n. 1, p. 87-96, jan./jun. 2011.

BECKER, Hugo Rohden et al. Remoção de H₂S por meio de adsorção em óxido de ferro granular. 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

REIS, Alexandro S. Tratamento de resíduos sólidos orgânicos em biodigestor anaeróbio. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife: 2012.

LIVRETO EXPERIMENTAL

Biodigestor Anaeróbico

UM PASSO A PASSO PARA CONSTRUIR,
ALIMENTAR E MANUSEAR.

NÍVEL FUNDAMENTAL

Luis Henrique P. de Carvalho

Maceió, AL
2022





UNIVERSIDADE FEDERAL
DE ALAGOAS

INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL (PROFQUI/UFAL)

LUIS HENRIQUE PEREIRA DE CARVALHO

Produto educacional apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Química em rede nacional (PROFQUI), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Prof^a PhD Sônia Salgueiro Machado

MACEIÓ, AL

2022

APRESENTAÇÃO

Saudações caro leitor(a)...

Este livreto foi pensado e elaborado com objetivo de oferece-lhe um norte e um suporte para as suas aulas práticas, trazendo como objeto de experimentação um biodigestor anaeróbio, que será confeccionado e manuseado por você professor em conjunto com seus alunos, abordando com essa prática diversos conteúdos de ciências, tais como: matéria, suas propriedades e transformações, energia e transformação de energia, ciclos biogeoquímicos, etc.

A dinâmica de aplicação deste trabalho é baseada numa perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), e também no ensino por resolução de problemas e o maker, que são formas de ensino presentes nas metodologias ativas, visando oferecer para os alunos uma maior autonomia na construção do conhecimento. Neste trabalho o professor terá o papel de mediador do conhecimento, orientando os discentes de forma que os mesmos obtenham uma aprendizagem mais significativa e autônoma.

Neste material você encontrará uma sugestão de metodologia de aplicação do biodigestor, bem como os materiais e o passo a passo necessário para a confecção do mesmo, para escolha e tratamento dos substratos, para alimentação da câmara de digestão, coleta de dados e sugestões de avaliação de todo o processo.

Este material segue as competências, unidades temáticas e habilidades propostas pela nova BNCC.

Espero que este livreto possa contribuir de forma positiva com a sua metodologia de ensino, fazendo com você tenha um maior engajamento por partes dos alunos e possa colher bons frutos desse método de ensino, estimulando-te a criar suas próprias metodologias.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	4
2.	OBJETIVO.....	6
2.1.	Geral:.....	6
2.2.	<u>Específicos:</u>	6
3.	COMPETÊNCIAS.....	7
4.	UNIDADE TEMÁTICA E HABILIDADES.....	8
4.1.	HABILIDADES DO ENSINO FUNDAMENTAL – ANOS INICIAIS...	9
4.1.1.	HABILIDADES PARA O 5º ANO.....	9
4.2.	HABILIDADES DO ENSINO FUNDAMENTAL – ANOS FINAIS.....	9
4.2.1.	HABILIDADES PARA O 6º ANO.....	9
4.2.2.	HABILIDADES PARA O 7º ANO.....	9
4.2.3.	HABILIDADES PARA O 8º ANO.....	10
4.2.4.	HABILIDADES PARA O 9º ANO.....	10
5.	PERCURSO METODOLOGICO.....	11
6.	CONFECCIONANDO O BIODIGESTOR.....	13
6.1.	PROCEDIMENTO DE MONTAGEM DO BIODIGESTOR.....	14
6.1.1.	PARTE I: CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR.	14
6.1.2.	PARTE II: CONFECCIONANDO O FILTRO.....	17
6.1.3.	PARTE III: CONFECCIONANDO O BORBULHADOR.....	19
6.1.4.	PARTE IV: CONFECCIONANDO A CÂMARA DE ARMAZENAMENTO DO BIOGÁS.....	20
6.1.5.	PARTE V: INSTALANDO O BICO QUEIMADOR.....	20
7.	ALIMENTANDO O BIODIGESTOR.....	21
8.	COLETA DE RESULTADOS.....	23
9.	AVALIAÇÃO.....	24
10.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
	REFERÊNCIAS.....	26

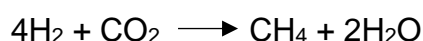
1. INTRODUÇÃO

O tema “Energias Renováveis” ou “Energias Limpas”, vem ganhando grande espaço nas discussões estratégicas das grandes nações, reforçadas pela escassez do petróleo e pelas mudanças climáticas causadas pela queima de combustíveis fósseis. Estas discussões giram em torno dos problemas ambientais e socioeconômicos, e como solução para esses problemas, surgem estudos sobre a possibilidade de implementação de formas de produção de energia que agridem menos o meio ambiente, as chamadas Energias Limpas.

Quando se trata de Energias Limpas o Brasil se destaca diante de outros países, pois a nossa posição geográfica (região tropical) nos favorece em relação a estas fontes renováveis.

Estas Energias Limpas ou Renováveis são oriundas das forças dos ventos, luz solar, hidráulica e biomassa. Esta última, é proveniente da matéria orgânica de origem animal e vegetal, que a depender do processo utilizado pode gerar o álcool, o biodiesel e o biogás. Este último, é o objeto de estudo que será abordado neste livreto, onde será confeccionado um biodigestor para a produção deste biogás e biofertilizante.

O que é um biodigestor Anaeróbio? Segundo Reis “Os biodigestores anaeróbios podem ser definidos como câmeras fechadas, nas quais é colocado o substrato orgânico para ser decomposto na ausência de oxigênio molecular, tendo como subproduto principal o biogás” (2012, p.18). Este processo de decomposição é uma transformação química e biológica, que acontece naturalmente no meio ambiente. A decomposição aneróbia é um processo envolvendo vários microorganismos em que o metano é produzido através da redução de gás carbônico por hidrogênio, conforme equação geral do processo abaixo.



Em um Biodigestor anaeróbio os produtos resultantes do processo de decomposição ou biodigestão se apresentam na forma gasosa, o biogás, onde este se mostra na forma de uma mistura composta basicamente por dois gases, o dióxido de carbono (CO_2), este sendo um gás que não inflama e o gás metano (CH_4) este inflamável, bem como na forma líquida, o qual dependendo do substrato e da tecnologia utilizada podem ser usados como biofertilizantes (MACHADO, 2016). Ou

seja, o biogás é um produto da ação digestiva das bactérias metanogênicas, que também apresenta traços de nitrogênio (N), hidrogênio (H) e gás sulfídrico (H₂S) e se forma por intermédio da decomposição de matéria orgânica (biomassa) em condições anaeróbicas (COLDEBELLA *apud* BARBOSA; LANGER, 2011).

2. OBJETIVO

2.1. Geral:

Construir um Biodigestor anaeróbio, para aplicação e fixação dos conteúdos de transformação da matéria e transformações da energia, enfatizando a digestão anaeróbica como uma fonte de energia, amplamente usada como uma fonte de energia limpa e renovável.

2.2. Específicos:

- Estimular a aplicação de práticas pedagógicas que incentivem a autonomia dos estudantes na construção de uma aprendizagem significativa.
- Estimular nas escolas a aprendizagem por investigação, resolução de problemas e maker.
- Incentivar o uso de materiais de baixo custo e fácil acesso nas aulas experimentais, trazendo a ciência para próximo dos estudantes.
- Construir o biodigestor anaeróbio para que o mesmo seja utilizado para a realização de um estudo de caso.
- Disseminar nas escolas a importância da utilização do biodigestor nas aulas de ciências e como o mesmo pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de forma prática e lúdica.

3. COMPETÊNCIAS

Segundo a BNCC (BRASIL, 2018, p.324) as competências específicas para a área de ciências da natureza para o ensino fundamental são:

1. Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
2. Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
3. Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

4. UNIDADE TEMÁTICA E HABILIDADES

Para orientar a preparação e execução deste trabalho, bem como assegurar que os discentes obtenham uma aprendizagem mais significativa, a **unidade temática** que se encaixa nesse trabalho segundo a BNCC, é a unidade **Matéria e Energia**, que se repete ao longo de todas as séries do ensino fundamental listadas abaixo.

Segundo a BNCC,

A unidade temática **Matéria e Energia** contempla o estudo de materiais e suas transformações, fontes e tipos de energia utilizados na vida em geral, na perspectiva de construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diferentes usos da energia (BRASIL, 2018, p.325).

A unidade temática matéria e energia irá trabalhar em consonância com uma série de **habilidades** cuja a complexidade aumenta à medida em que os discentes avançam nas séries deste nível de ensino. As habilidades segundo a BNCC, “mobilizam conhecimentos conceituais, linguagens e alguns dos principais processos, práticas e procedimentos de investigação envolvidos na dinâmica da construção de conhecimentos na ciência” (BRASIL, 2018, p. 330).

As habilidades nos orientam sobre como preparar e executar a aplicação desse biodigestor como ferramenta de aprendizagem no ensino de ciências.

4.1. HABILIDADES DO ENSINO FUNDAMENTAL – ANOS INICIAIS.

4.1.1. HABILIDADES PARA O 5º ANO.

(EF05CI05) Construir propostas coletivas para um consumo mais consciente e criar soluções tecnológicas para o descarte adequado e a reutilização ou reciclagem de materiais consumidos na escola e/ou na vida cotidiana. (BRASIL, 2018, p. 341).

4.2. HABILIDADES DO ENSINO FUNDAMENTAL – ANOS FINAIS.

4.2.1. HABILIDADES PARA O 6º ANO.

(EF06CI01) Classificar como homogênea ou heterogênea a mistura de dois ou mais materiais (água e sal, água e óleo, água e areia etc.). (BRASIL, 2018, p. 345).

(EF06CI02) Identificar evidências de transformações químicas a partir do resultado de misturas de materiais que originam produtos diferentes dos que foram misturados (mistura de ingredientes para fazer um bolo, mistura de vinagre com bicarbonato de sódio etc.). (BRASIL, 2018, p. 345).

4.2.2. HABILIDADES PARA O 7º ANO.

(EF07CI05) Discutir o uso de diferentes tipos de combustível e máquinas térmicas ao longo do tempo, para avaliar avanços, questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e uso desses materiais e máquinas. (BRASIL, 2018, p. 347).

(EF07CI06) Discutir e avaliar mudanças econômicas, culturais e sociais, tanto na vida cotidiana quanto no mundo do trabalho, decorrentes do desenvolvimento de novos materiais e tecnologias (como automação e informatização). (BRASIL, 2018, p. 347).

4.2.3. HABILIDADES PARA O 8º ANO.

(EF08CI01) Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades. (BRASIL, 2018, p. 349).

4.2.4. HABILIDADES PARA O 9º ANO.

(EF09CI01) Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica. (BRASIL, 2018, p. 351).

(EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas. (BRASIL, 2018, p. 351).

Além da habilidade citadas pela BNCC, os discentes serão capazes de empregar as reações ocorridas na digestão anaeróbia para exemplificar o balanceamento de reações químicas.

5. PERCURSO METODOLÓGICO

As metodologias didáticas que serão abordadas neste trabalho serão o maker, que se concretizará na construção do biodigestor e o ensino por resolução de problemas, onde alunos, com o auxílio do biodigestor, buscarão resolver problemas reais vivenciados por eles na escola, em suas casas e na sua comunidade.

Antes de introduzirmos o problema é necessário que os alunos possuam alguns conhecimentos prévios, no qual os ajudarão na resolução dos problemas. Para esse trabalho segundo o que foi exposto acima na unidade temática, os conteúdos prévios são:

- Introdução do conceito de matéria.
- Propriedades da matéria.
- Transformações da matéria.
- Energia e transformações da energia.
- Substâncias puras e misturas.
- Separação de misturas.

Na introdução do problema, onde este deve estar relacionado com a vivência do aluno, o mesmo pode ser iniciado com apresentação de vídeos, imagens, reportagens e debates. Após estes momentos de introdução do problema que podem ocorrer em ambientes diversos da escola, faz-se necessário a elaboração de questões prévias, no qual os alunos deverão responder enquanto realizam a prática e solucionam o problema.

Abaixo serão listados exemplos de questões prévias, tomando como pressuposto que a prática será aplicada em uma escola pública e de tempo integral.

Tais questões devem ser elaboradas de acordo com a realidade de cada escola.

QUESTÕES PRÉVIAS

1. Você sabe quantas refeições são ofertadas pela escola nos três turnos na qual ela funciona?
2. Quantos pratos são ofertados no total?
3. Como são feitos os descartes dos restos alimentares gerados no preparo e nas sobras deixadas pelos seus colegas?
4. A forma como os resíduos alimentares são descartados na escola está correta? Justifique.
5. Quais as formas mais eficientes e que agridem menos o meio ambiente, poderiam ser aplicadas na sua escola para dar um destino melhor a estes resíduos alimentares?
6. O biodigestor seriam uma dessas formas eficientes? Justifique.
7. Quais são os benefícios gerados pelo uso do biodigestor, como uma alternativa para o descarte de resíduos alimentares produzidos na escola?
8. De acordo com o que foi estudado em sala e aplicado em nossas atividades práticas, podemos considerar o biogás produzido pelo biodigestor como sendo uma energia renovável?
9. Como o gás metano é produzido?
10. O que é um combustível limpo?
11. O gás metano (CH_4) produzido pelo nosso biodigestor, pode ser considerado um combustível limpo?

6. CONFECCIONANDO O BIODIGESTOR

A confecção do biodigestor deverá ser feita em local apropriado, tal como o laboratório de ciências ou um espaço que disponha de mesas, tomadas de energia, boa iluminação e que seja arejado, pois os alunos farão uso de ferramentas e materiais como os listados abaixo.

Para esta parte do trabalho é de extrema importância que o professor distribua as tarefas e que esteja presente, para orientar os alunos quanto ao uso e os cuidados que devem ser tomados ao manusear tais materiais.

MATERIAIS PARA CONFEÇÃO DO BIODIGESTOR

- **FERRAMENTAS**

- Arco de serra.
- Furadeira.
- Broca serra copo de 20 mm
- Broca serra copo de 40 mm
- Chave de fenda

- **MATERIAIS PARA CONFEÇÃO**

- 1 bombona plástica de 50 L.
- 1 flange de PVC com registro de 20mm.
- 2 metros de cano PVC de 40 mm.
- 1 joelho de PVC de 40 mm.
- 2 flanges de PVC de 40 mm.
- 4 caps de PVC de 40 mm.
- 4 m de mangueira para gás.
- 4 pcts de palha de aço.

- 1 câmara de ar de moto previamente adaptada com dois bicos de ar.
- 1 bico queimador para gás.
- 4 abraçadeiras para mangueira de gás.
- 2 colas epóxi
- 1 cola para canos de PVC
- 1 pote de vidro grande com tampa (pote de azeitonas)

6.1. PROCEDIMENTO DE MONTAGEM DO BIODIGESTOR

6.1.1. PARTE I: CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR.

Nesta câmara de digestão ocorrerá a fermentação do substrato e transformação do mesmo em adubo e biogás.

1. Com o auxílio de uma furadeira e uma serra copo de 20 mm, faça uma perfuração na tampa da bombona.



2. Com o auxílio de uma furadeira e uma serra copo de 40 mm, faça uma segunda perfuração na tampa e posteriormente uma outra perfuração na lateral da bombona, localizada no lado oposto a perfuração anterior.

3. Para instalar a saída de gás do biodigestor, instale no primeiro orifício feito na tampa (perfuração de 20mm) a flange com registro acoplado de 20mm.



4. Com o auxílio de um arco de serra, corte um pedaço do cano de 40 mm para fazer o alimentador do biodigestor. Este alimentador deve atingir o fundo da bombona e ficar um pouco acima da tampa.



Obs: na ponta que toca o fundo da bombona, deve ser feito um corte em L, para facilitar a entrada do substrato e não causar a obstrução do alimentador.



5. Para instalar o alimentador, primeiramente instale a flange de 40 mm no segundo orifício que foi feito na tampa da bombona, em seguida insira o cano alimentador de forma que o mesmo atinja o fundo da bombona.



Obs: Feche o alimentador colocando o cap na extremidade externa do cano, para evitar a saída de odores.

6. Para a instalação da saída do material decomposto, instale no orifício lateral um flange de vedação de 40mm e em seguida um cano em L, confeccionado com dois pedaços de cano de 40 mm unidos com um joelho de 40 mm.



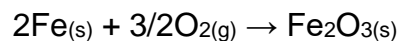


6.1.2. PARTE II: CONFECCIONANDO O FILTRO.

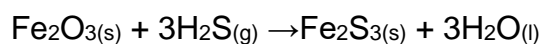
Neste filtro ocorrerá a eliminação do gás sulfídrico (H_2S), um subproduto tóxico e indesejado. O H_2S será retirado do biogás fazendo-o com que o mesmo reaja com óxido de ferro III, que iremos produzir a partir da queima da palha de aço.



Queima da palha de aço para produção de óxido de ferro III (Fe_2O_3).



Após a queima da palha de aço, a mesma será introduzida dentro do filtro e a retirada do gás sulfídrico ocorrerá por meio de uma adsorção.



Segundo KOHL e Nielsen,

O processo de purificação de gás com óxido de ferro é um dos métodos mais antigos para a remoção de compostos de enxofre de gases industriais. O processo é em geral aplicado para o tratamento de pequenos volumes de gás onde a quantidade de enxofre removida não justifica o uso e

complexidade de um processo de regeneração com a recuperação de enxofre (KOHL e NIELSEN, 1997 apud, BECKER, 2013, p. 49)

Abaixo segue o passo a passo para a montagem do filtro.

PASSO A PASSO

1. Para confeccionar o filtro, corte um pedaço de aproximadamente 40 cm do cano de 40mm, em seguida pegue dois caps e faça um orifício em cada um deles. Estes orifícios devem ter um tamanho suficiente para a entrada da mangueira de gás.



2. Em cada um dos caps, faça a instalação da mangueira de gás. Estas mangueiras devem ser instaladas de forma que em um dos caps a mangueira seja conectada na saída de gás da câmara de digestão e no outro cap a mangueira deverá ser conectada ao borbulhador, que será confeccionado logo adiante.



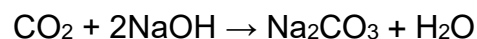
3. Submeta a palha de aço a uma combustão para poder produzir o óxido de ferro III.



4. Preencha o filtro com as palhas de aço (óxido de ferro III) e em seguida feche o mesmo com os caps.

6.1.3. PARTE III: CONFECCIONANDO O BORBULHADOR

Este borbulhador será responsável pela retirada do excesso de gás carbônico (CO₂), que é produzido junto com o biogás e também é um subproduto indesejável, pois o mesmo não é inflamável. Este borbulhador será preenchido com uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 1,87 M, que reagirá com o CO₂ produzindo carbonato de sódio e água.



1. Com o auxílio de uma furadeira e uma broca para perfurar metal, faça dois orifícios na tampa do pote vidro, de forma que estes orifícios permitam a entrada da mangueira de gás.
2. Conecte as mangueiras ao borbulhador de forma que a mangueira que vem do filtro atinja o fundo do pote e fique em contato com a solução de hidróxido de sódio. A segunda mangueira por onde sairá o biogás sem a presença de CO₂, deverá ficar acima do nível da solução de hidróxido de sódio e será conectada a câmara de ar, onde o biogás será armazenado.



6.1.4. PARTE IV: CONFECCIONANDO A CÂMARA DE ARMAZENAMENTO DO BIOGÁS

A câmara de armazenamento do biogás deve ser confeccionada previamente em uma borracharia, pois é necessário equipamentos especiais, tais como: compressor e prensa térmica. Esta câmara armazenará o biogás, para posteriormente ser utilizado com fonte de calor em um bico queimador.

6.1.5. PARTE V: INSTALANDO O BICO QUEIMADOR

O bico queimador de gás será conectado a mangueira que vem da câmara de armazenamento, o mesmo pois uma válvula de segurança para evitar acidentes.



7. ALIMENTANDO O BIODIGESTOR

Após a confecção da câmara de digestão, chegamos agora em uma etapa extremamente importante, que é a alimentação do biodigestor. Esses dispositivos podem ser alimentados com qualquer tipo de substrato orgânico, tais como: restos alimentares, restos de vegetação e fezes de animais. A escolha do substrato e a forma como o mesmo será introduzido na câmara de digestão são dois fatores muito importantes, pois vão definir o quanto de gás será produzido.

O biodigestor sugerido por esse livreto, tem como objetivo usar resíduos alimentares gerados na cozinha e as sobras alimentares das refeições da escola, porém mesmo que haja bactérias nesses resíduos, apenas eles não são o suficiente para produzirmos uma quantidade significativa de gás. O que sugerimos neste livreto e que também é o ideal, é que o biodigestor seja alimentado com uma mistura de resíduos alimentares e esterco bovino fresco.

O esterco bovino irá nos oferecer as bactérias necessárias para dar ignição no biodigestor. Essas bactérias presentes nas fezes do animal irão se alimentar da matéria orgânica presente na câmara de digestão decompondo-os e como produtos desse processo(fermentação) serão gerados biogás e biofertilizantes.

Para acelerar o processo de digestão será necessário alimentar o biodigestor com uma parte do substrato sólido e também com uma parte líquida, numa proporção aproximada de 40% / 60% respectivamente. Deve-se também dar uma atenção especial na qualidade do substrato, fazendo-o passar por um processo de **granulometria**, onde a matéria orgânica deve ser analisada afim de verificar a presença de certas impurezas, como resíduos plásticos, areia e outros tipos de resíduos que possam atrapalhar o processo de digestão. Caso haja a presença dessas impurezas, as mesmas devem ser retiradas. Ainda sobre a análise da qualidade do substrato, é importante verificar se o mesmo não passou por algum processo inicial de decomposição, pois isso afeta diretamente na quantidade de biogás produzido.

Feito a análise do substrato, também devemos dar uma atenção especial ao tamanho das partículas do mesmo. Antes de introduzi-lo na câmara de biodigestão devemos triturá-lo, pois seguindo os preceitos da cinética química, quanto menor o tamanho das partículas, mais rápida será a reação.

Após todo o preparo do substrato, chegou a hora de introduzir o mesmo no biodigestor. Feito a alimentação da câmara, feche-a e certifique-se de que está devidamente vedada, para que não haja escape do gás. Após a devida vedação da câmara de digestão, a mesma deverá ficar em local arejado e que receba luz solar, pois assim as bactérias se multiplicam com maior velocidade e conseqüentemente aceleramos a produção do nosso biogás e biofertilizante.

PASSO A PASSO PARA ALIMENTAR O BIODIGESTOR

1. Escolha do substrato (resíduos alimentares e esterco bovino fresco).
2. Submeter o substrato ao processo de granulometria.
3. Triturar os resíduos alimentares e misturar com o esterco.
4. Misturar o resíduo sólido com o líquido, numa proporção aproximada de 40% / 60% respectivamente.
5. Introduzir o substrato misturado na câmara de digestão.
6. Fechar e vedar bem a câmara de digestão para que não haja escape do gás.
7. Posicionar o biodigestor em um ambiente que seja arejado e que receba luz solar.

8. COLETA DE RESULTADOS

Devido à falta de equipamentos específicos, necessários para se fazer uma análise mais completa do biogás e do biofertilizante produzidos, a coleta de resultados será basicamente qualitativa. Pode-se fazer algumas medidas básicas tais como: odor do gás e do biofertilizante, cor da chama, pH do biofertilizante, presença de microrganismos na amostra do biofertilizante e tamanho médio das partículas do mesmo.

Assim, segue a abaixo uma tabela que servirá de norte para iniciar a análise e coleta de dados dos produtos gerados na biodigestão.

Obs: permita que os alunos façam essas análises, para que eles vivenciem esse processo.

TABELA PARA ANÁLISE	
PARÂMETROS P/ O BIOGÁS	ANOTAÇÕES
Odor do gás	
Cor da chama	
PARÂMETROS P/ O BIOFERTILIZANTE	ANOTAÇÕES
Quantidade da amostra	
Odor do biofertilizante	
pH da amostra	
Presença de microrganismos	
Tamanho médio das partículas	

9. AVALIAÇÃO

A avaliação é uma etapa de extrema importância, pois é por meio desta, que vamos verificar o quão esta atividade contribuiu para que os discentes obtivessem uma aprendizagem significativa. Porém esta parte fica **aberta** para que você professor(a), faça a sua avaliação da forma que melhor satisfaça a sua metodologia de ensino.

Há várias formas de avaliar os discentes nessa prática, podendo esta avaliação ser apenas qualitativa, analisando todo o processo pelo qual os alunos passaram, pontuando a questão da pontualidade, comportamento, comprometimento, assiduidade, participação e engajamento. Pode-se também, ser feita uma avaliação quantitativa, com aplicação de questionários, apresentação de seminários ou até mesmo aplicação de provas.

Há também a possibilidade de usar as duas formas de avaliação concomitantemente, mas como foi dito anteriormente, a avaliação deve ser feita de acordo com a sua metodologia.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para finalizar este livreto, quero salientar que o mesmo, é apenas uma **sugestão** de atividade prática envolvendo metodologias ativas (maker e ensino por resolução de problemas). O que foi exposto neste livreto trará um norte, que pode ser seguido à risca ou não, podendo este, ser moldado de acordo com as suas necessidades e as necessidades dos seus alunos.

A educação é algo que se constrói em conjunto e é para isso que este material serve. Ele foi pensado para ser utilizado em conjunto com a sua metodologia de ensino. Espero de alguma forma contribuir para que suas aulas se tornem mais atrativas, lúdicas e que proporcione um engajamento maior dos seus alunos.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, G.; LANGER, M. Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental. *Unoesc & Ciência – ACSA, Joaçaba*, v. 2, n. 1, p. 87-96, jan./jun. 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

REIS, Alexandro S. Tratamento de resíduos sólidos orgânicos em biodigestor anaeróbio. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife: 2012.