

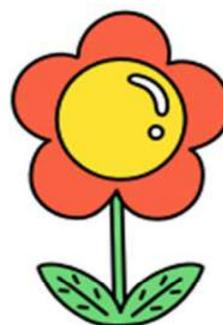
APÊNDICE F -Manual – Produto educacional – “Desenvolvendo Competências STEAM por meio da Aquaponia”

Manual – Produto Educacional
“Desenvolvendo Competências STEAM por meio da Aquaponia”



Luciene Monteiro Pimentel quintas
Profa. Dra. Rita de Cássia Lacerda Brambilla Rodrigues

1a edição
Lorena
EEL/USP



Título: “Desenvolvendo competências STEAM através da aquaponia.

Origem do produto: Dissertação de mestrado intitulado “Desenvolvendo competências STEAM por meio da aquaponia: uma abordagem interdisciplinar no Ensino de Biologia e Química no Ensino Médio e desenvolvido no Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências (PPGPE – EEL/USP)

Nível de Ensino a que se destina o produto: Ensino Básico

Área do Conhecimento: Ensino de Ciências

Público Alvo: Professores do Ensino Básico

Categoria deste Produto: atividade de Ensino

Finalidade: Ensino. É um manual, onde os professores podem desenvolver nos estudantes competências STEAM através da aquaponia.

Organização do Produto: Luciene Monteiro Pimentel Quintas, Profa. Dra. Rita de Cássia Lacerda Brambrilla Rodrigues.

Disponibilidade: Irrestrita, mantendo-se o respeito à autoria do produto, não sendo permitido uso comercial à terceiros

Divulgação: meio digital e/ou outros

Apoio Financeiro: Custeado pelo autor

URL:

Idioma: Português

Cidade/Estado: Lorena/São Paulo

País: Brasil

Ano: 2024



COMPREENDENDO O DOMÍNIO DO CONTEÚDO INSTRUCIONAL

Entrega baseada em problemas



ESSE ENFOQUE TEM RELAÇÃO COM ACONTECIMENTOS DO MUNDO ATUAL, ONDE UM PROBLEMA É APRESENTADO, QUE DEVE SER SIGNIFICATIVO PARA OS ALUNOS, COMUNIDADE. A FINALIDADE DO CONTEÚDO PARA RESOLVER O PROBLEMA DEVE SER CLARO

Integração de disciplina

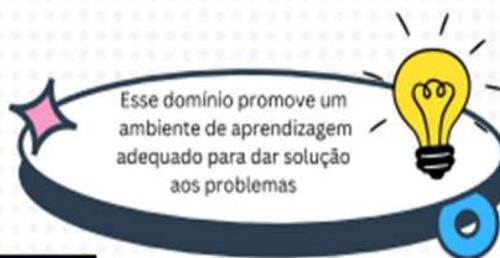
ESSE ENFOQUE ABRANGE AS DIFERENTES FORMAS QUE O CONTEÚDO, MÉTODO DE VÁRIAS ÁREAS SÃO DETERMINADOS PARA RESOLVER OS PROBLEMAS. NESTE PONTO, A INCORPORAÇÃO DAS DISCIPLINAS DEVE SER COMPREENDIDA DE MANEIRA MULTIDISCIPLINAR, INTERDISCIPLINAR E TRANSDISCIPLINAR EM CATEGORIAS DIFERENTES.



Habilidades de resolução de problemas



ESSE ENFOQUE INCLUI TRÊS HABILIDADES FUNDAMENTAIS, AS COGNITIVAS, INTERATIVAS E CRIATIVA



COMPREENDENDO DOMÍNIO DO CONTEXTO DA APRENDIZAGEM

Abordagem instrucional



ESSE ENFOQUE BUSCA AS MANEIRAS DISTINTAS DE CONSTRUIR UM AMBIENTE DE SALA DE AULA, TRABALHOS E FORMAS DE FAVORECER A APRENDIZAGEM EFETIVA DOS ESTUDANTE. UMA DESSAS MANEIRAS É POR INTERMÉDIO DE DIFERENTES TECNOLOGIAS.

Prática de avaliação

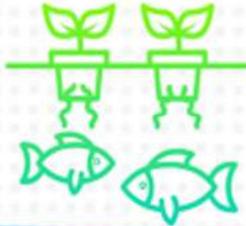
ESSE ENFOQUE A AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DEVE ACONTECER EM CIRCUNSTÂNCIAS REAIS, UTILIZANDO DIVERSAS BASES DE DADOS, DANDO FEEDBACK ESSENCIAL PARA O APERFEIÇOAMENTO DOS CONCEITOS E OBSERVAÇÃO DOS ESTUDANTES.



Participação equitativa



ESSE ENFOQUE BUSCA A ORGANIZAÇÃO DA SALA, SIMPLIFICANDO O INGRESSO E COMPROMETIMENTO NA APRENDIZAGEM PARA TODOS OS ESTUDANTES, COM AVALIAÇÃO CARACTERÍSTICA DAS PLURALIDADES, COMPETÊNCIAS E RECURSOS



AQUAPONIA NO ENSINO DE BIOLOGIA

SEGUNDO CAMERA ET AL (2017) A AQUAPONIA ESTÁ SENDO UTILIZADAS PELAS ESCOLAS COMO FERRAMENTA DIDÁTICA, QUE ENVOLVE VÁRIOS TEMAS COMO SUSTENTABILIDADE E REAPROVEITAMENTO, TRATAMENTO DE RESÍDUOS, REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA, PRODUÇÃO DE ALIMENTOS ORGÂNICOS, TRABALHA TAMBÉM TEMAS ESPECÍFICOS COMO RECIRCULAÇÃO DA ÁGUA, BOMBEAMENTO DA ÁGUA, PROCESSOS BIOLÓGICOS E QUÍMICOS E TRATAMENTO DA ÁGUA ENVOLVIDOS NO SISTEMA.

AQUAPONIA NO ENSINO DE QUÍMICA



O OBJETIVO DA AQUAPONIA É MOSTRAR A RELAÇÃO QUÍMICA PRODUZIDA NESSE SISTEMA QUE É DE GRANDE IMPORTÂNCIA PARA A MANUTENÇÃO DA VIDA DESSES SERES VIVOS ENVOLVIDOS NO SISTEMA, TODO PROCESSO É IMPORTANTE DENTRO DO SISTEMA, ONDE A AMÔNIA (NH_3) OU AMÔNIO (NH_4), NITRITO (NO_2) E NITRATO (NO_3) QUE SÃO ALTAMENTE TÓXICOS PARA OS PEIXES; AO PASSO QUE ENQUANTO AS PLANTAS ESTIVEREM PRESENTES NO AMBIENTE AQUAPONICO, ABSORVEM O NITRATO (NO_3) OU AMÔNIO (NH_4) COMO NUTRIENTES, AS PLANTAS RETIRAM DA ÁGUA ELEMENTOS ALTAMENTE TÓXICOS AOS PEIXES, ESSAS TRANSFORMAÇÕES QUE ACONTECEM NO SISTEMA GARANTEM A SOBREVIVÊNCIA DOS SERES VIVOS



**AQUAPONIA NO ENSINO DE ITINERÁRIO FORMATIVO
MONITORAMENTO DE ESPÉCIES.**

AO EXPLORAR O MAPPA DO ITINERÁRIO FORMATIVO MONITORAMENTO DE ESPÉCIES, OS ESTUDANTES TIVERAM A OPORTUNIDADE DE OBSERVAR E COMPREENDER E INVESTIGAR FENÔMENOS BIOLÓGICOS, FÍSICOS E QUÍMICOS; AMPLIANDO SEUS CONHECIMENTOS E SEUS RECURSOS PARA PODER AGIR CORRETAMENTE NO SEU ENTORNO E NA SUA REALIDADE, SEJA ELA RURAL OU URBANA



Os domínios do modelo STEAM estão representados no quadro 1, apresentado por Quegley et al (2017) relacionado com as atividades do sistema de Aquaponia.

Tomando como referência essa relação, propomos a implementação de um sistema aquaponico escolar para os professores interessados em aplicar a metodologia STEAM. As atividades de preparação de montagem do sistema aquaponico durou um semestre.

Este manual apresenta as etapas do projeto bem como instalação e lista de materiais usado na aquaponia. Apresenta também manutenção, a escolha dos peixes e vegetais, além do monitoramento das espécies.

Quadro 1 modelo conceitual – STEAM, associado as atividades para o ensino de Biologia/Química com o uso da aquaponia.

Modelo conceitual STEAM		Modelo Aquapnia	Aquaponia e o ensino de Biologia/Química
Domínios	Dimensões	Atividades propostas	Atividades realizadas com base no modelo conceitual STEAM e Aquaponia
Conteúdo Instrucional (A)	(A.1) Entrega básica em problemas	conhecimento sobre habilidades essenciais para ensino de Biologia/Química • Habilidades essenciais e a aprendizagem socioemocionais •Orientação para pesquisa sobre o tema	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação pré-teste sobre as habilidades essenciais • Aula dialogada sobre o tema: sustentabilidade. • Roda de conversa sobre os temas tratados na aula dialogada e montagem. • Etapas do projeto https://www.youtube.com/watch?v=dCBULIO0gDQ (EMBRAPA)
	(A.2) Integração das disciplinas	Preparação para pesquisa sobre tema aquaponia como ferramenta didática para o ensino de Biologia/Química	<ul style="list-style-type: none"> • Visita ao laboratório de Química e Biologia. • Apresentação Vídeos sobre ciclagem, pH e Cama de cultivo https://www.youtube.com/watch?v=ZVjoTv4IAfc https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale/latest/ph-scale_pt_BR.html https://www.youtube.com/watch?v=xL14vZh_Qko
	(A.3)Habilidades para resolver problemas	Desenvolvimento de produto resultante da pesquisa	•Elaboração pesquisa científica.
Temática de aprendizagem (B)	(B.1) Abordagem Instrucional	Elaboração de um trabalho sobre competência científica da temática sustentabilidade	•Desenvolvimento do manual com o passo a passo da montagem da aquaponia
	(B.2) Prática de avaliação	Apresentação do protótipo	Sessão de fishbowl sobre o trabalho desenvolvido e possíveis ajustes. •Montagem jogo sobre sustentabilidade. •Realização do Pós teste
	(B.3)Participação equitativa	Cooperação trabalho em times	• reuniões dos times tarefas divididas no monitoramento do sistema

Fonte: adaptado de Quigley et al, 2017



As atividades desenvolvidas com apoio nos **modelos conceituais STEAM e aquaponia** também foram estruturadas para alcançar os conhecimentos, habilidades e competências propostos nas **habilidades essenciais do Currículo Paulista** - Figura 1 e 2

A tabela 1 foi criada com o intuito de demonstrar as atividades propostas nos quadros 1 e 2 e como elas se relacionam com as habilidades essenciais do Currículo Paulista.

Figura 1: Habilidades essenciais do Currículo Paulista 1º Ano Ensino médio

Área Ciências da Natureza			
1ª Série do Ensino Médio			
Unidade temática	Habilidades	Objetivos do Conhecimento de Biologia	Objetivos do conhecimento de química
Matéria e Energia	(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	Fluxo de matéria e energia (cadeias e teias alimentares). Metabolismo energético (fotossíntese e respiração). Equilíbrio sistêmico do ecossistema (manutenção e impactos). Soluções para situações de ameaças ao equilíbrio do ecossistema.	Transformações Químicas (fenômenos naturais e processos produtivos). Conservação de Massa (quantidade de matéria - relações entre massas, mol e número de partículas, equações químicas, proporções entre reagentes e produtos). Constituição da matéria (Modelo Atômico de Dalton, elementos, símbolos, massa atômica, número atômico). Conservação de Energia (Poder Calorífico, Reações de Combustão). Métodos sustentáveis de extração, processos produtivos, uso e consumo de combustíveis alternativos e recursos minerais, fósseis, vegetais e animais.
Matéria e Energia	(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.	Efeito estufa (manutenção da vida e consequências da intensificação) Mudanças climáticas (aquecimento global)	Termoquímica (Entalpia das reações químicas, composição, variáveis que influenciam, cálculo e balanço energético, variação de energia). Efeito estufa e aquecimento global.
Matéria e Energia	(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.	Ciclos biogeoquímicos Poluição do solo, água e ar Interferência humana nos ciclos biogeoquímicos	Soluções e concentrações. Ciclos Biogeoquímicos. Agentes poluidores do ar, da água e do solo (ações de tratamento e minimização de impactos ambientais).
Tecnologia e Linguagem Científica	(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e avaliação	Investigação Científica	Investigação Científica todas as etapas do processo de investigação científica. Interpretação de dados
Tecnologia e Linguagem Científica	(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos.	Leitura e interpretação de temas voltados às Ciências da Natureza, utilizando fontes confiáveis.	Leitura e interpretação de temas voltados às Ciências da Natureza, utilizando fontes confiáveis (dados estatísticos, gráficos e tabelas, infográficos; textos de divulgação científica, mídias, sites, artigos científicos)

Fonte: Material currículo em ação



Figura 2: Habilidades essenciais do Currículo Paulista 2º Ano Ensino médio

Área Ciências da Natureza			
2ª Série do Ensino Médio			
Unidade temática	Habilidades	Objetivos do Conhecimento de Biologia	Objetivos do Conhecimento De Química
Vida, Terra e Cosmos	(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.	Impactos da intervenção humana (desmatamento, agropecuária, mineração) e seus efeitos nos ecossistemas e na saúde dos seres vivos.	Ciclos Biogeoquímicos (toxicidade das substâncias químicas, tempo de permanência dos poluentes, reações químicas, transferências de energia e impactos ambientais e na saúde dos seres vivos).
Matéria e Energia	(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles.	Bioacumulação trófica. Descarte indevido de resíduos e seus efeitos nas cadeias tróficas e nos organismos vivos.	Composição, toxicidade e reatividade de substâncias químicas. Poluição de ambientes aquáticos e terrestres por materiais tóxicos provenientes do descarte incorreto.
Vida, Terra e Cosmos	(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.	Conservação e proteção da biodiversidade (unidades de conservação). Bioética (proteção e manutenção da variabilidade genética).	Química Ambiental (políticas ambientais, parâmetros qualitativos e quantitativos: dos gases poluentes na atmosfera; dos resíduos e substâncias encontradas nas águas; dos contaminantes do solo e dos aterros sanitários).
Tecnologia Fonte: Material Curriculo em Ação Linguagem Científica.	(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou informações.	Investigação Científica.	Investigação Científica (definição da situação problema, objeto de pesquisa, justificativa, elaboração da hipótese, revisão da literatura, experimentação e simulação, coleta e análise de dados).
	(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza.	Leitura e interpretação de temas voltados às Ciências da Natureza, utilizando fontes confiáveis científica.	Leitura e interpretação de temas voltados às Ciências da Natureza, utilizando fontes confiáveis (dados estatísticos; gráficos e tabelas; infográficos; textos de divulgação científica; mídias; sites; artigos científicos)

Fonte: Material currículo em ação

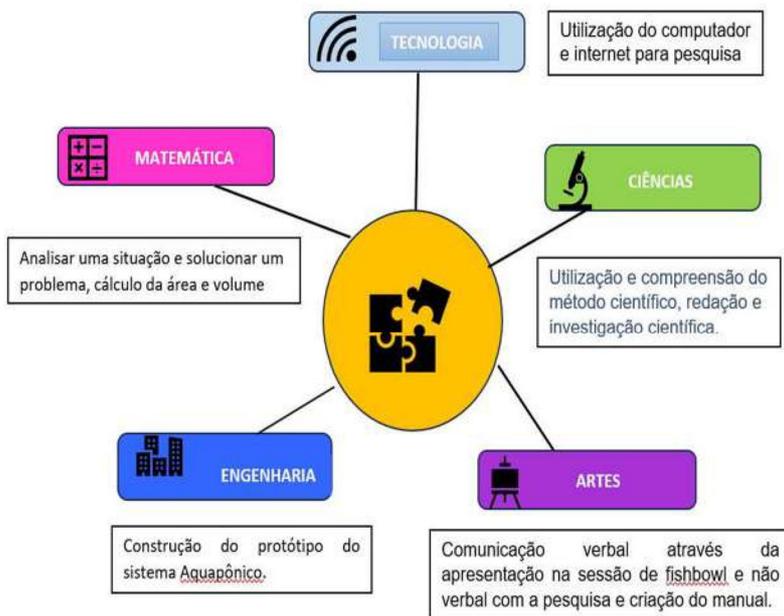
Tabela 1 – Atividades relacionadas com as competências do Currículo Paulista,
Organizadas para preparar os alunos para montagem da aquaponia

Atividades	Competências (Currículo Paulista)	3º Bimestre (2022)	4º Bimestre (2022)
(1) realização do pré teste	EM13CNT101 EM13CNT105, EM13CNT301 EM13CNT303 EM13CNT104 EM13CNT203, EM13CNT206	X	
(2) aula dialogada dos temas ambientais.	EM13CNT101 EM13CNT105	X	
(3) Roda de conversa sobre os temas tratados na aula dialogada e o preparo da montagem.	EM13CNT101, EM13CNT105 EM13CNT301, EM13CNT303	X	
(4) Etapas do projeto	EM13CNT101, EM13CNT105, EM13CNT301 EM13CNT301 EM13CNT104 EM13CNT203 EM13CNT206	X	
(5) Visita ao laboratório de Química e Biologia.	EM13CNT301, EM13CNT303	X	
(6) Apresentação dos reagentes que serão utilizados no monitoramento do sistema.	EM13CNT301, EM13CNT303	X	
(7) Montagem da aquaponia.	EM13CNT101, EM13CNT105	X	
(8) Início da ciclagem	EM13CNT203, EM13CNT104, EM13CNT206	X	
(9) Escolha das mídias, peixes e vegetais.	EM13CNT101, EM13CNT105, EM13CNT104 EM13CNT203, EM13CNT206	X	
(10) Desenvolvimento do manual Aquaponia.	EM13CNT301 EM13CNT303	X	X
(11) Simulador de pH	EM13CNT101, EM13CNT105, EM13CNT104 EM13CNT203, EM13CNT206	X	X
(12) Cama de cultivo	EM13CNT101, EM13CNT105, EM13CNT104 EM13CNT203, EM13CNT206	X	X
(13) Elaboração pesquisa científica	EM13CNT301, EM15CNT303	X	X
(14) Sessão de fishbowl sobre o trabalho desenvolvido.	EM13CNT301 EM13CNT303		X
(15) Montagem de um jogo sobre sustentabilidade.	EM13CNT104 EM13CNT203 EM13CNT206		X
(16) Pós Teste	EM13CNT101 EM13CNT105 EM13CNT301 EM15CNT303 EM15CNT104 EM15CNT203 EM15CNT206		X
(17) Reuniões dos times	EM13CNT301 EM13CNT303	X	X

Fonte: O próprio autor

O conceito dessa abordagem é de proporcionar uma aprendizagem integral que estimula o estudante a mudar sua forma de aprender, ser protagonista da sua aprendizagem. A atividades descritas na tabela 1 é possível identificar cada um dos componentes do acrônimo

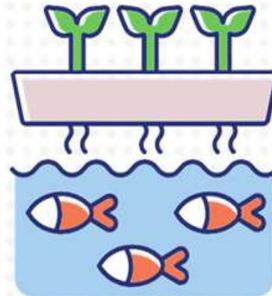
Figura3 - atividades orientadas e integradas ao modelo conceitual STEAM



Fonte: O próprio autor

PARA A MONTAGEM DA AQUAPONIA

A fim de descrever o processo de ensino-aprendizagem STEAM, é preciso estabelecer situações concretas de solução de problemas para que os estudantes possam resolver inicialmente. Utilizam-se habilidades criativas e colaborativas que abarcam diversas disciplinas.

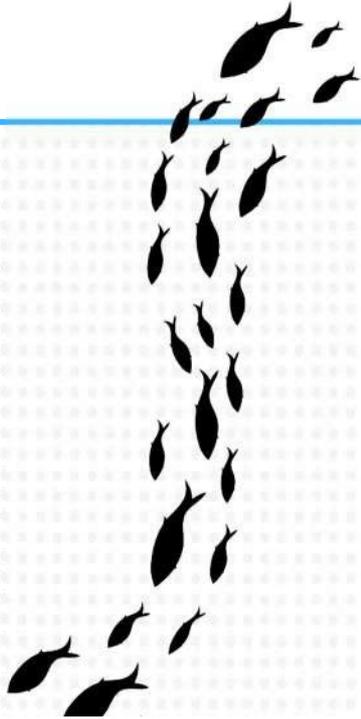


Além de introduzir aos estudantes a aplicação do paradigma conceitual STEAM em um contexto integrado ao projeto, a criação do sistema de aquaponia possibilitou a abordagem educacional não somente da biologia e química, mas também do empreendedorismo através do cultivo de vegetais e da criação de peixes. Este projeto integrou os princípios da hidroponia e piscicultura em um único sistema. O referido projeto combinou atividades que fomentaram a pesquisa científica, a análise de dados e a implementação de aulas práticas. As ações empreendidas foram embasadas no modelo conceitual STEAM, alinhando-se às competências essenciais estabelecidas pelo currículo Paulista, como ilustrado nas figuras 1 e 2.

Os encontros ocorreram durante os períodos das aulas de Biologia/Química. As equipes dispunham de testes para monitorar e termômetros para verificar a temperatura e ler os parâmetros normais da água. Os estudantes recebiam instruções da professora durante o monitoramento. Desta forma, garantiu-se aos estudantes o acesso a todo conhecimento disponibilizado, proporcionando uma participação equitativa, conforme antecipado por Quigley et al. (2017), para práticas relacionadas ao enfoque conceitual STEAM.

CONSTRUÇÃO DA AQUAPONIA

A AQUAPONIA É UM MODELO DE CULTIVO DE ALIMENTO QUE INCLUI A INTEGRAÇÃO ENTRE A AQUACULTURA (PRODUÇÃO DE PEIXE) E A HIDROPONIA (PRODUÇÃO DE PLANTAS SEM SOLO), EM UM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA E NUTRIENTES. É UM SISTEMA FECHADO COM UMA INTERLIGAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS DE PEIXES E OS VEGETAIS. A MONTAGEM A AQUAPONIA É SIMPLES E PODE UTILIZAR MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA SUA CONSTRUÇÃO.



COMPONENTES DO SISTEMA

O SISTEMA AQUAPONICO CONSISTE NA PARTE FÍSICA, COMPOSTA POR ENCANAMENTOS, CAIXA D'ÁGUA, BOMBAS PARA CAMA DE CULTIVO COMO SEGUE O QUADRO 2

Quadro 10 - Lista de Materiais e seus custos para montagem do sistema de aquaponia.

Material	Descrição	Custo
	Caixa d'água de polietileno - 310 litros - 1 unidade	Valor unitário R\$ 135,00
	Bombona plástica - 150 litros - 3 unidades	Valor unitário R\$ 35,00
	Caibro de madeira 4,5 x 4,5 x 150 cm - 4 unidades	Valor unitário R\$ 12,50
	Bloco de concreto 40 x 40 x 14 cm - 4 unidades	Valor unitário R\$ 2,99
	1-Tubo PVC marrom, 20mm - barra de 3 metros - 1 unidade 2- Luva PVC marrom, 20mm - 1 unidade. 3- Conexão Tê PBS, 20mm - 2 unidades 4- Adaptador PBS com bolso e rosca, 20mm - 3 unidades 5- Adaptador soldável c/ anel p/ caixa d'água (flange), 20mm - 3 unidades. 6- Luva soldável e com rosca, 20mm - 3 unidades	1- Valor unitário R\$ 6,65 2- Valor unitário R\$ 0,40 3- Valor unitário R\$ 1,98 4- Valor unitário R\$ 0,65 5- Valor unitário R\$ 8,50 6- Valor unitário R\$ 0,95
	Bomba submersa - vazão 1000 litros/hora - 1 unidade	valor unitário R\$ 60,00
	Filtro Interno c/ Bomba 1000L/h Master Aquário Oxigênio - Master 1000	valor unitário R\$ 122,00
	Torneira de jardim - plástico - 3 unidades	valor unitário R\$ 5,00
	Abraçadeira de nylon - 2 unidades	valor unitário R\$0,10
	4 pacotes de Argila Expandida Cipaxpa saco com 2kg	valor unitário R\$ 7,90
	4 pedaços de PVC de 28cm furado com furadeira para passagem da água. Cano PVC para esgoto 40mm ou 1 1/2" vara 3m	Valor vara R\$ 27,90

PREPARAÇÃO PARA MONTAGEM DO SISTEMA

O primeiro passo foi a escolha do local. Os estudantes escolheram um local com ponto de energia e de água, a energia para instalação das bombas e da água para reposição. Foi feito o sistema de encanamento, onde foi acoplado a bomba colocada no fundo da caixa d'água e conectado a cama de cultivo como mostra a figura 4.

Figura 4: montagem do sistema aquaponico



Fonte: o próprio autor

Após a montagem do sistema, é colocado água para preencher todo volume da caixa. As bombas submersa - vazão 1000 litros/hora já estão conectados a tubulação montada com as torneiras, Bomba 1000L/h Master Aquário Oxigênio com filtro interno já está dentro da caixa d'água. A água fica recirculando por 15 dias, Como mostra figura 5

Figura 5: Recirculação da água no sistema

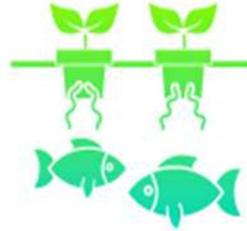


Fonte: o próprio autor

Princípios biológicos

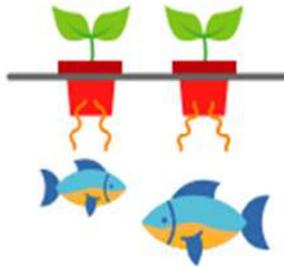
A aferição dos parâmetros da água é fundamental para a qualidade do sistema e mensurar os parâmetros de qualidade da água, assim como pH, amônia, nitritos e nitratos. É a única forma de saber quando o sistema tem o ciclo do azoto completo. Um outro fator importante também é o controle da temperatura porque as bactérias são vulneráveis a alteração de temperatura.

O ajuste do pH ao longo da implantação do ciclo, principalmente quando se utiliza peixes, o pH deve conservar os parâmetros próximos entre de 6,8 a 7,0.

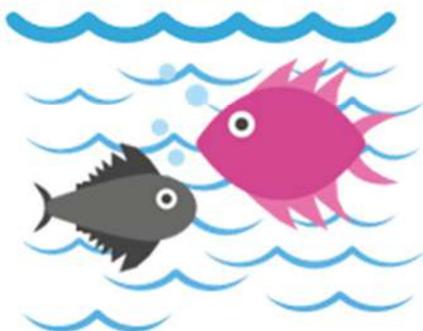


O início do ciclo

Se dá quando adiciona a amônia ao sistema, isso acontece com a introdução dos peixes da espécie *Astyanax* (Lambari). É importante salientar que a amônia é tóxica para os peixes, e não é absorvida pelas plantas, portanto, não deve ser colocado muitos exemplares de peixes, eles serão colocados aos poucos até que esteja o sistema estabilizado. No total foram colocados 60 lambaris, apenas 2 exemplares morreram. Porém, a amônia presente no ciclo permitirá a formação das primeiras colônias de bactérias nitrificantes (*Nitrosomonas*); entretanto as *Nitrosomonas*, convertem amônia em nitritos que potencializam a colonização das bactérias.



Escolha dos peixes



A escolha do peixe deve levar em consideração a adaptação ao ambiente aquático, conhecer bem as condições da qualidade da água do sistema. Outro fator importante é o tamanho do tanque. Os peixes ajudam a manter o equilíbrio biológico do sistema, controla a população de outros seres vivos indesejáveis ao sistema

Todas as espécies produzem bem na aquaponia, porém qual vegetal escolher deve levar em consideração as necessidades que a planta precisa como: espaço disponível, nutrição, aeração, umidade, temperatura, à radiação solar que ela precisa, entre outros fatores (Canastra, 2017). Alguns vegetais que se adaptam bem ao sistema são:

- Alface (maioria das espécies);
- Manjericão (*Ocimum basilicum*);
- Agrião (*Nasturtium officinale*);
- Repolho (*Brassica oleracea* var);
 - Rúcula (*Eruca sativa*);
 - Morango (*Fragaria vesca*);
 - Pimenta (*Capsicum* spp);
- Tomate (*Solanum lycopersicum*); e
- Pepino (*Cucumis sativus*).



Escolha dos vegetais



Escolha das mídias



A escolha das mídias são fundamentais no sistema aquaponico, onde os estudantes pesquisaram os tipos e qual a mais indicada para o processo. A mídia biológica é usada para realizar a fase de filtragem da água, está intimamente relacionada as bactérias. A escolha foi a argila expandida, que possui alta aderência que contribui para a fixação de bactérias que fazem a decomposição de matéria orgânica, dessa forma filtrando a água do sistema.

Nas mídias biológicas se formam colônias de bactérias úteis responsáveis pela transformação da amônia.

Os estudantes pesquisaram sobre a brita e cerâmica, mas optaram pela argila devido ao seu formato esférico que proporciona espaços entre elas favorecendo a circulação de ar entre as raízes dos vegetais



Parâmetros Físico – Químico



Em geral, quando se refere aos parâmetros de qualidade da água, diz respeito a todas as características físicas, químicas e biológicas. Fazendo-a apropriada para um uso específico. A água possui elementos e compostos químicos, que são capazes de torna-la tóxica quando esses compostos aparecem em concentração elevada, para os seres vivos que ali vivem. Porém, a falta de determinados compostos na água pode ser capaz de prejudicar os organismos. Assim sendo, a qualidade da água tem uma grande influência nos seres vivos que nela vivem.

A **temperatura** é um fator significativo, não só para bactérias, mas no sistema em geral. A faixa ideal para a proliferação das bactérias do sistema compreende entre 17 a 34° C.

A temperatura impacta diretamente no crescimento dos peixes, visto que se ocorrer aumento, vai acelerar o crescimento dos peixes e na diminuição ocorrerá o contrário. Apesar dos peixes se peclotérmicos, isto é sua temperatura varia com ambiente. Esse aumento ou diminuição da temperatura tem que estar dentro dos parâmetros aceitáveis para a saúde dos peixes. Quando a temperatura estiver fora da faixa do bem estar dos peixes ou variações abruptas, podem levá-los a morte.



Oxigênio dissolvido na água é fundamental para que os peixes possam respirar, além de ser importante para as raízes dos vegetais e das bactérias ali presentes no sistema.

o monitoramento dos valores deve ser diário, pois ajuda na prevenção de níveis críticos de oxigênio dissolvido, viabilizando a utilização da aeração de emergência. Podendo adicionar uma bomba de aeração ao sistema (Bomba filtro interno 1000L/h

A MANUTENÇÃO DO SISTEMA

O sistema aquapônico precisa de manutenção e monitoramento diário, onde as atividades são geralmente distribuídas entre os envolvidos no projeto. Porém alguns alunos de outras classes tinham grande interesse ao projeto que foram envolvidos de forma colaborativa ao projeto. Alunos do 7º ano do séries finais do Ensino Fundamental. (Quadro3)



Quadro 3: Manutenção do sistema:

Tarefas diárias	<ul style="list-style-type: none"> • Verificação das tubulações do sistema • Verificação das bombas funcionamento • Verificação da temperatura • Alimentação dos peixes
Tarefas semanais	<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade da água através dos testes: PH, nitrito, nitrato, amônia • Limpeza da bomba de oxigenação. • Reposição da água • Verificação dos vegetais
Tarefas mensais	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza de todo o sistema como: cama de cultivo, tubulações e bombas. • Retirada dos vegetais para consumo • Replante nas camas de cultivo

Fonte: o próprio autor

PREPARAÇÃO DOS ESTUDANTES PARA A PESQUISA CIENTÍFICA

As pesquisas foram realizadas no laboratório de informática, a cada etapa eles realizavam pesquisas usando Chromebook e as tomadas de decisão foram todas pautadas na interpretação de textos científicos



Além das pesquisas pertinentes ao projeto, os alunos realizaram pesquisas e trabalhos do tema sustentabilidade para melhor entender sobre o projeto

Nas aulas de químicas também ocorreram as orientações, aulas sobre parte química do processo, transformações e parâmetros químicos. Além de realizar aulas dialogadas na disciplina de biologia. Eles apresentaram dificuldade no vocabulário científico e interpretação no início, porém com a ajuda da professora de língua portuguesa eles tiveram um aporte científico fundamental para essa fase do projeto.

Concluindo, observa-se a grande dificuldade deles com as regras de referências, o objetivo era que os estudantes entendessem o método científico e a importância da pesquisa científica.

PRODUÇÃO DO MANUAL DE MONTAGEM DE UMA AQUAPONIA

Após aprenderem o método científico na aula de biologia/química, os alunos começaram a escrever um manual para montagem do sistema de aquaponia, que está disponível na biblioteca da escola

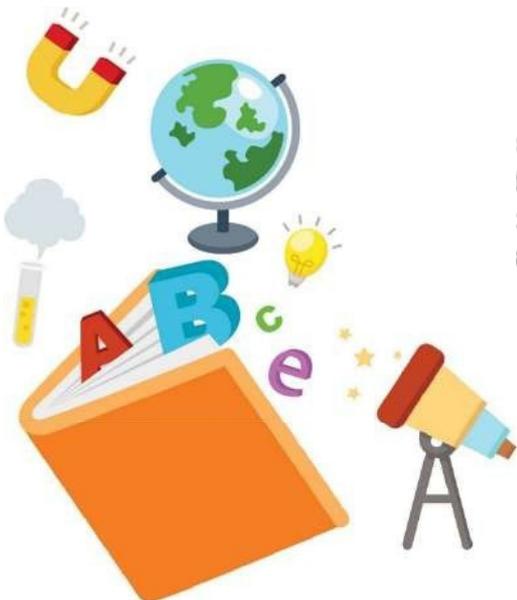
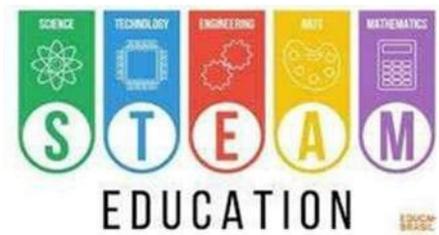
Figura 6: Manual produzido pelos estudantes



PROCESSO DE AVALIAÇÃO

Foi feita uma sondagem para diagnosticar o nível de conhecimento dos propostos das referidas disciplinas através do Pré Teste que englobavam as habilidades essenciais do Currículo Paulista, como mostra a figura 1 e 2

base em duas avaliações idênticas nas habilidades estudadas e na forma de teste de múltipla escolha, ou seja, um antes da contextualização dos conceitos (Pré Teste) e outra após (Pós Teste)



avés da pesquisa é possível descobrir ou processar
 ras habilidades, criatividade, novos valores, novas
 udes, novas ideias e conceitos que já tinham e que só
 am fortalecidos com a adição de conteúdo científico.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (Ensino Médio)**. Brasília, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf> Acesso em: 15 fev. 2022.

BRAZ FILHO, M.S.P. Qualidade na produção de peixes em sistema de recirculação de água. Monografia (Pós-Graduação em Qualidade nas Empresas) – São Paulo: Centro Universitário Nove de Julho. 2000. 41p.

BUCK INSTITUTE FOR EDUCATION. Aprendizagem baseada em projetos: guia para professores de ensino fundamental e médio. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

CAMERA, M. C. *et al.* **Construção de um Sistema Aquapônico como Ferramenta Integradora de Conceitos no Ensino Básico**. EDEQ – 37 anos: Rodas de Formação de Professores na Educação Química. Escola de Química e Alimentos. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

CANASTRA, Inês Isabel de Oliveira. **Aquaponia: Construção de um sistema de aquaponia a uma escala modelo e elaboração de um manual didático**. Dissertação (mestrado em Biologia), Porto, Portugal: Universidade do Porto, 2017.

QUIGLEY, C.F.; HERRO, D.; JAMIL, F.M. Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. **School Science and Mathematics**, v.117,n.1-2,2017.Acesso em: 28 jul. 2023.