

Luciana Resende Allain
Geraldo W. Rocha Fernandes
Organizadores

Tecnologias Sociais da Permacultura & Educação Científica

Propostas inovadoras para um
currículo interdisciplinar



Tecnologias Sociais da Permacultura

& Educação Científica

Propostas inovadoras para um
currículo interdisciplinar



Luciana Resende Allain
Geraldo W. Rocha Fernandes
Organizadores

Tecnologias Sociais da Permacultura & Educação Científica

**Propostas inovadoras para um
currículo interdisciplinar**



Editora Livraria da Física
São Paulo | 2022

Copyright © 2022 Luciana Resende Allain e Geraldo W. Rocha Fernandes

Editor: JOSÉ ROBERTO MARINHO

Editoreção Eletrônica: HORIZON SOLUÇÕES EDITORIAIS

Capa: HORIZON SOLUÇÕES EDITORIAIS

Texto em conformidade com as novas regras ortográficas do Acordo da Língua Portuguesa.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Tecnologias sociais da permacultura e educação científica: propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar / Luciana Resende Allain, Geraldo W. Rocha Fernandes, organizadores. – São Paulo, SP: Livraria da Física, 2022.

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN 978-65-5563-211-8

1. Educação científica 2. Educação - Finalidades e objetivos 3. Inovações tecnológicas - Aspectos sociais 4. Permacultura 5. Prática de ensino 6. Prática pedagógica 7. Professores - Formação I. Allain, Luciana Resende. II. Fernandes, Geraldo W. Rocha.

22-109932

CDD-370.71

Índices para catálogo sistemático:

1. Sustentabilidade: Professores: Formação: Educação 370.71

Eliete Marques da Silva – Bibliotecária – CRB-8/9380

ISBN: 978-65-5563-211-8

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida sejam quais forem os meios empregados sem a permissão da Editora. Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107 da Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

Impresso no Brasil • *Printed in Brazil*



Editora Livraria da Física

Fone/Fax: +55 (11) 3459-4327 / 3936-3413

www.livrariadafisica.com.br



Conselho Editorial

Amílcar Pinto Martins

Universidade Aberta de Portugal

Arthur Belford Powell

Rutgers University, Newark, USA

Carlos Aldemir Farias da Silva

Universidade Federal do Pará

Emmánuel Lizcano Fernandes

UNED, Madri

Iran Abreu Mendes

Universidade Federal do Pará

José D'Assunção Barros

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Luis Radford

Universidade Laurentienne, Canadá

Manoel de Campos Almeida

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Maria Aparecida Viggiani Bicudo

Universidade Estadual Paulista - UNESP/Rio Claro

Maria da Conceição Xavier de Almeida

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Maria do Socorro de Sousa

Universidade Federal do Ceará

Maria Luísa Oliveras

Universidade de Granada, Espanha

Maria Marly de Oliveira

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Raquel Gonçalves-Maia

Universidade de Lisboa

Teresa Vergani

Universidade Aberta de Portugal

SUMÁRIO

Apresentação	13
---------------------	-----------

Preâmbulo: Encontros da extensão universitária com o ensino e a pesquisa	15
---	-----------

PARTE I: ENCONTROS DA PERMACULTURA COM AS TECNOLOGIAS SOCIAIS

Capítulo 1. Permacultura e Tecnologias Sociais: bases conceituais	29
1.1 Princípios da Permacultura	29
1.2 Tecnologias sociais: o que são?	40
Referências	46

Capítulo 2. Conhecendo algumas tecnologias sociais da Permacultura	49
2.1 Bacia de Evapotranspiração	49
2.2 Filtro Biológico	54
2.3 Aquecedor Solar de Baixo Custo	58
2.4 Captação de água da chuva	62
2.4 Biodigestor	68
Referências	76

PARTE II: PERMACULTURA NA ESCOLA: DIÁLOGOS COM A BNCC, INTERDISCIPLINARIDADE, ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E METODOLOGIAS ATIVAS

Capítulo 3. Aproximações e contrapontos entre a Permacultura e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)	79
3.1 Tensões em torno da Base Nacional Comum Curricular	80
3.2 Educação Ambiental formal e a Base Nacional Comum Curricular	81
3.3 Ensino de Ciências e a Base Nacional Comum Curricular	83
3.4 Oportunidades reveladas	84
3.5 Possibilidades de inserção da Permacultura no Ens. Fundamental	87
3.6 Possibilidades de inserção da Permacultura no Ensino Médio	92
3.7 Considerações finais	98
Referências	98

Capítulo 4. Aproximações das Práticas de Permacultura com a Interdisciplinaridade, Metodologias Ativas e Alfabetização Científica	101
4.1 O uso de Metodologias e Estratégias Ativas no processo de ensino aprendizagem	101
4.2 A interdisciplinaridade no processo de ensino e aprendizagem de Ciências	104
4.3 A Alfabetização Científica e a formação de cidadãos conscientes	107
4.4 A Permacultura como potencializadora das metodologias ativas, da interdisciplinaridade e da Alfabetização Científica	109
Referências	111

PARTE III: SITUAÇÕES DE ESTUDO MEDIADAS POR PRÁTICAS DE PERMACULTURA E TECNOLOGIAS SOCIAIS

Capítulo 5. Proposições de Situações de Estudo a partir de Práticas de Permacultura e Tecnologias Sociais	117
5.1 Práticas de Permacultura organizadas a partir de temas	117
5.2 Situação de Estudo	118
5.3 A escolha da temática de uma SE, a partir de práticas permaculturais e de suas tecnologias sociais	121
5.4 As SE não são Projetos Temáticos	122
Referências	123

Capítulo 6. Situação de Estudo baseada no Aquecedor Solar de Baixo Custo	125
6.1 Introdução	125
6.2 Situação de Estudo baseada na Permacultura e na Tecnologia Social “ASBC”	127
6.3 Algumas Considerações	139
Referências	140

Capítulo 7. Situação de Estudo baseada na Bacia de Evapotranspiração	141
7.1 Introdução	141
7.2 Práticas de Permacultura e a Tecnologia Social “Bacia de Evapotranspiração”	143
7.3 Situação de Estudo baseada na Permacultura e na Tecnologia Social “Bacia de Evapotranspiração”	144

7.4 Algumas Considerações	158
Referências	158
Capítulo 8. Situação de Estudo baseada na Captação de Água de Chuva	161
8.1 Introdução	161
8.2 Situação de Estudo baseada na Permacultura e na Tecnologia Social “Captação de água da chuva”	164
8.3 Algumas Considerações	175
Referências	175
Capítulo 9. Situação de Estudo baseada no Filtro Biológico	177
9.1 Introdução	177
9.2 O Ensino de Ciências baseado em Práticas Permaculturais e na Tecnologia Social “Filtro Biológico”	180
9.3 Situação de Estudo baseada na Permacultura e na Tecnologia Social “Filtro Biológico”	181
9.4 Algumas Considerações	193
Referências	194
Capítulo 10. Situação de Estudo baseada no Biodigestor	197
10.1 Introdução	197
10.2 A Tecnologia Social “biodigestor” como tema de uma Situação de Estudo para o Ensino de Ciências	197
10.3 Situação de Estudo baseada na Permacultura e na Tecnologia Social “Biodigestor”	202
10.4 Algumas Considerações	215
Referências	215
Sobre os Organizadores	217
Sobre os Autores	219

Apresentação

ESTE livro é um produto que integra o eixo Interdisciplinar de Ação de Formação de professores para a sustentabilidade a partir dos diálogos entre Educação e Permacultura, previstos no PROGRAMA CIÊNCIA NA ESCOLA, contemplado no edital MCTIC/CNPq Nº 05/2019 do CNPq. O referido projeto teve o objetivo de desenvolver ações de intervenção em escolas de educação básica no Alto Jequitinhonha, em Minas Gerais, baseadas no letramento científico e nas metodologias e abordagens diferenciadas em ensino de ciências. O livro é fruto de reflexões e práticas de ensino, pesquisa e extensão envolvendo a Permacultura e suas tecnologias sociais, ocorridas na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Minas Gerais. As articulações com o ensino e a pesquisa ocorreram a partir do projeto de extensão “Diálogos entre Educação e Permacultura”, contemplado desde 2018 pelo PIBEX (Programa Institucional de Bolsas de Extensão). Este projeto de extensão busca divulgar a Permacultura como um estilo de vida sustentável, para educadores, estudantes e interessados na temática.

A Permacultura é um sistema de *design* voltado para criação de ambientes humanos sustentáveis. Como veremos ao longo deste livro, a Permacultura é uma prática híbrida, baseada em conhecimentos tradicionais e científicos e busca estabelecer uma relação integrada com os espaços que ocupamos ou pretendemos ocupar. A partir de seus doze princípios de *design*, que conheceremos na primeira parte do livro, propõe o desenvolvimento de assentamentos dinâmicos e autossuficientes. O livro busca algumas aproximações com o campo da Educação, apontando os desafios e, principalmente, as potencialidades destas aproximações para as práticas educativas. Para tanto, ele está organizado em três partes:

Parte I - Encontros da Permacultura com as Tecnologias Sociais

Parte II - Permacultura na Escola: Diálogos com a BNCC, Interdisciplinaridade, Alfabetização Científica e Metodologias Ativas

Parte III - Situações de Estudo mediadas por práticas de Permacultura e Tecnologias Sociais

Na primeira parte, são apresentados conceitos e princípios da Permacultura e sua relação com as Tecnologias Sociais (TS). Algumas dessas TS são abordadas de forma mais detalhada, pois são foco de proposições pedagógicas que serão apresentadas na última parte do livro. Na segunda parte, são feitas aproximações entre as práticas da Permacultura e a escola. Uma análise das potencialidades de diálogo e os contrapontos entre a Permacultura, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a Interdisciplinaridade, a Alfabetização Científica e as Metodologias e Estratégias Ativas são apresentadas, seguidas de uma discussão sobre as possibilidades de envolver as práticas de Permacultura como atividades escolares. Na terceira parte do livro, apresentamos a Situação de Estudo como uma proposta curricular interdisciplinar para desenvolver diferentes temas a partir das Tecnologias Sociais da Permacultura. Por último, são apresentadas propostas de práticas de Permacultura, organizadas em Situações de Estudo, envolvendo cinco tecnologias sociais: Bacia de Evapotranspiração, Filtro Biológico, Aquecedor Solar de Baixo Custo, Captação de água da chuva e Biodigestor.

Esperamos que este material seja útil aos professores e professoras que desejam implementar a Permacultura em suas práticas pedagógicas.

Bons estudos!

Os autores e as autoras

Preâmbulo: Encontros da extensão universitária com o ensino e a pesquisa

*Beatriz Soligo Gama
Luciana Resende Allain*

A MOTIVAÇÃO para a escrita deste livro surgiu do desejo de compartilhar as ações, reflexões e proposições que surgiram a partir de um projeto de extensão que, já na sua concepção, estava atrelado ao ensino e à pesquisa. Desde sua primeira edição, em 2018, o projeto de extensão “Diálogos entre Educação e Permacultura” busca integrar práticas educativas às práticas permaculturais. Inicialmente, a partir da disciplina intitulada “Práticas de Ensino em Ciências Naturais”, do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFVJM, os estudantes e professores viveram experiências no Espaço Educacional Contraponto, localizado na comunidade rural de Extrema, em Congonhas do Norte, Minas Gerais. Este espaço surgiu com o intuito de disseminar as práticas e tecnologias socioambientais da Permacultura entre os agricultores familiares da região. Há mais de dez anos este espaço vem promovendo cursos gratuitos sobre as diversas técnicas bioconstrutivas, os sistemas de tratamentos sanitários ecológicos, os métodos produtivos da Agroecologia e as tecnologias de baixo custo e de reaproveitamento de energia. O conhecimento construído neste espaço é abordado de forma orgânica, em oficinas práticas gratuitas, rodas de trocas de saberes e vivências, tendo a pedagogia libertária e seus preceitos como norteadora de suas práticas. Na vivência neste espaço educacional, os estudantes tiveram a oportunidade de participar de oficinas ofertadas pelos comunitários, em que aprenderam sobre técnicas da bioconstrução e tecnologias sociais. Essas experiências nos mostram um movimento essencial que a Permacultura, integrada às práticas educativas propõe: a troca de saberes. O Espaço Educacional Contraponto já ofertou diversos cursos gratuitos de Permacultura que possibilitaram aos comunitários

a partilha de seus saberes e a oportunidade de ter acesso a novos conhecimentos. Nessa vivência com os discentes e docentes também aconteceu essa troca.

Os saberes compartilhados pelos comunitários de Extrema, também expressam a união dos saberes tradicionais com os científicos, uma vez que algumas técnicas da Bioconstrução, por exemplo, são práticas ancestrais e outras, mais recentes, já foram desenvolvidas com base em conhecimentos científicos. Já as tecnologias sociais como a Bacia de Evapotranspiração e o Aquecedor Solar de Baixo Custo, que também foram abordadas nas oficinas, nos mostram como a Permacultura busca desenvolver alternativas para solucionar problemas socioambientais e socioeconômicos que são enfrentados pelas comunidades.

A partir das experiências vivenciadas até então, a proposta da disciplina Prática de Ensino em Ciências Naturais, construída em articulação com a coordenadora do Espaço Contraponto, consistiu na elaboração de uma cartilha ou material paradidático, destinado a professores de escolas do campo, com o objetivo de divulgar a Permacultura e estimular a realização de algumas práticas permaculturais no contexto da escola, tais como: geração de energia a partir de aquecedores de baixo custo, produção de tintas de pigmentos naturais, compostagem e tratamento ecológico do esgoto. Desta forma, a cartilha propõe atividades interdisciplinares e práticas sustentáveis voltadas para os seguintes temas: geotintas, agroecologia, bioconstrução, saneamento ecológico e aquecedor solar de baixo custo. Este material contou com a colaboração de integrantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Licenciatura em Educação do Campo, ambas da UFVJM, do Espaço Educacional Contraponto, do Instituto Ecovida São Miguel, por meio do Sítio Céu e Terra e do LARboratório, e da Superintendência Regional de Ensino de Diamantina, que se encarregou de distribuir os exemplares impressos da cartilha para as 122 escolas públicas do Vale do Jequitinhonha (você pode acessá-la neste link: <https://bit.ly/3EWgBoF>).

Figura 1—Visita ao Espaço Educacional Contraponto e cartilha produzida na disciplina Prática de Ensino em Ciências Naturais.



Fonte: acervo dos autores

Ainda em 2018, foi criado o GEPP (Grupo de Estudos e Práticas em Permacultura) da UFVJM, que convidou técnicos, professores e estudantes a conhecerem os conceitos da Permacultura, desenvolverem pesquisas e realizar práticas relacionadas a essa temática. Os membros do GEPP confeccionaram cartazes informativos, que foram fixados no prédio do Departamento de Ciências Biológicas (DCBio/UFVJM). Ocorreram encontros periódicos do grupo para discussão teórica sobre Permacultura e realização de oficinas práticas, como a confecção de bancos de *pallets* e de garrafas PET, que passaram a integrar o ambiente do prédio. Posteriormente, professores e estudantes do curso se somaram ao projeto e foram realizadas visitas técnicas na FUNIVALE (Fundação Universitária do Vale do Jequitinhonha), no LARboratório e no Sítio Céu e Terra, sendo estes últimos espaços do Instituto de Permacultura Eco-vida São Miguel, localizados em São Gonçalo do Rio das Pedras, no município do Serro, em Minas Gerais. Nestas visitas os participantes conheceram o banco de sementes, o viveiro de mudas e a farmacinha da Fundação e tiveram contato com o *design* permacultural dos espaços do Instituto.

Figura 2 – Visita dos licenciandos e professores aos espaços do Instituto de Permacultura EcoVida São Miguel e FUNIVALE – MG.



Fonte: acervo dos autores

No final do ano de 2018, foi realizada na UFVJM a VIII Semana da Biologia, intitulada “Permacultura: Educação, Ciência e Sociedade em Diálogo”, que contou com a presença de docentes, permacultores, pesquisadores especialistas e facilitadores. Foram realizadas oficinas, mesas redondas e minicursos sobre diversos aspectos da Permacultura e agroecologia, em diálogo com processos educativos. No último dia do evento, ocorreu um mutirão no prédio do DCBio, em que foram construídos um espiral de ervas, um jardim vertical, um banco de superadobe (técnica bioconstrutiva) e um pergolado de madeira. No *hall* do prédio foram feitos desenhos com geotintas, representando a origem da vida.

Figura 3—Algumas das atividades da VIII Semana da Biologia da UFVJM



Fonte: acervo dos autores

Este evento gerou muitas reflexões a respeito do nosso estilo de vida, propondo diversas alternativas que podemos incorporar no nosso cotidiano, a fim de estabelecer uma relação sustentável com o meio ambiente. As práticas realizadas também proporcionaram a noção de que podemos ocupar o espaço universitário de outra forma, tornando-o mais acolhedor.

No ano de 2019, o projeto iniciou suas ações voltadas para a testagem da cartilha produzida na edição anterior. Em parceria com o PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) de Biologia, realizou

uma vivência no Espaço Educacional Contraponto para aplicar as atividades do material. Foi feito um protótipo de Aquecedor Solar de Baixo Custo que passou a fazer parte do Acervo Didático de Ciências Biológicas da UFVJM, espaço que abriga diferentes recursos e materiais didáticos para empréstimo a estudantes e professores da educação básica e da universidade.

Dando continuidade à aplicação deste material, junto com os estudantes do PIBID de Ciências e Biologia, as propostas de atividades da cartilha foram aplicadas nas escolas públicas parceiras do PIBID. Posteriormente, foram realizadas outras oficinas permaculturais, no Museu do Diamante, localizado em Diamantina- MG, com alunos de escolas públicas. Em uma roda de conversa com os estudantes, a partir do diálogo sobre a Permacultura, as temáticas energia e poluição foram abordadas. Foram realizadas oficinas simultâneas sobre bioconstrução, aquecedor solar de baixo custo, bacia de evapotranspiração e biodiversidade.

Figura 4—Oficinas realizadas no Museu do Diamante, Diamantina, MG



Fonte: acervo dos autores

No prédio do DCBio ocorreram algumas atividades. No espiral de ervas construído na edição anterior, foi feita uma poda e o plantio de novas mudas. As mudas advindas das podas foram fixadas em um varal, no *hall* do prédio, e doadas para quem tivesse interesse em plantá-las em casa.

Em uma das paredes do *hall* do prédio foram feitos desenhos de Biologia Comparada, representando a circulação nos grupos de Invertebrados, Peixes, Anfíbios, Répteis, Aves e Mamíferos. Os contornos dos desenhos foram feitos com carvão e posteriormente foi realizada uma oficina de geotintas para pintá-los.

Figura 5 – Desenhos de animais e pinturas com geotintas



Fonte: acervo dos autores

Em parceria com o projeto de extensão da UFVJM “Sempre Juntos: Espaço Comunitário de Aprendizagem”, o GEPP facilitou a construção de um espiral de ervas no MOCRICO (Movimento de Criatividade Comunitária), em Diamantina, MG. Também propôs atividades para reorganização e ampliação da horta do espaço.

Além do DCBio, o GEPP também realizou práticas em outros espaços do campus JK da UFVJM. Em parceria com o projeto de extensão “Quintal Produtivo Multiplicador”, com o PIBID de Biologia e os terceirizados da jardinagem da UFVJM, foi proposta a implementação de um jardim interativo e educativo, iniciado com a construção de um espiral de ervas.

Em seguida, o GEPP se reuniu com os projetos “Sempre Juntos: Espaço Comunitário de Aprendizagem”, “Quintal Produtivo Multiplicador” e o “Grupo de Agroecologia Aranã” para implementar um Sistema Agroflorestal (SAF) neste jardim interativo e educativo. O SAF é baseado na dinâmica da floresta, ou seja, prioriza as interações entre as plantas inspirando-se no ambiente natural. Desenvolvida em parceria com a disciplina de Biodiversidade, do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, ministrada pela docente Máira Goulart, essa ação se dividiu em dois momentos. No primeiro momento, os estudantes envolvidos nos referidos projetos se reuniram para organizar uma aula teórica sobre Permacultura, Agroecologia e Sistema Agroflorestal, para os discentes da disciplina de Biodiversidade. Nessa atividade foi realizada uma dinâmica para percepção

da importância da biodiversidade. Buscou-se contextualizar as temáticas propostas por intermédio de perguntas geradoras. Foram problematizadas questões relacionadas à realidade que os estudantes se encontram, como a origem dos alimentos que consomem e quem são os responsáveis pela manutenção da universidade em seus diversos setores. Em diálogo com os discentes, foi abordado sobre a importância de ocupar os espaços de maneira consciente e integrada, sendo, por fim, convidados para participarem da aula prática, para o início da implementação do SAF.

Em um segundo momento, junto com os estudantes e os terceirizados da jardinagem, foi realizada uma aula prática. Por meio de um jogo cooperativo, os estudantes foram convidados para participarem de oficinas, facilitadas pelos terceirizados, de construção de canteiros, reboco natural, identificação de plantas e plantio de mudas de árvores frutíferas e outras plantas. Ao final da atividade, em um momento de avaliação da prática, os estudantes também problematizaram a realidade universitária e refletiram sobre alternativas para solucionar os problemas identificados.

Figura 6 – Atividades com alunos da unidade curricular Biodiversidade



Fonte: acervo dos autores

Nesse ano de 2019, o GEPP também realizou outras práticas no Museu do Diamante. Em parceria com o Espaço Educacional Contraponto, o Sítio Céu e Terra, os projetos de extensão “Sempre Juntos” e “Quintal Produtivo Multiplicador” e o Instituto Biotrópicos, facilitou oficinas voltadas para as práticas permaculturais, no quintal do museu. Durante o primeiro semestre do

ano, foram aplicadas diversas atividades com o grupo da AJIR (Amparo a Juventude para Inserção Rápida), da VEM (Vila Educacional de Meninas) e as mulheres do grupo de convivência do CRAS-Palha (Centro de Referência de Assistência Social).

As oficinas buscaram alertar as crianças e jovens sobre a importância de perceber a realidade ambiental do planeta que habitamos. Dialogamos sobre como nos integrar em espaços que ocupamos, de maneira consciente. Propomos a construção de um sonho coletivo, por meio de desenhos. Propusemos os recursos locais para facilitar atividades como a confecção de brinquedos a partir de materiais recicláveis, um círculo de bananeiras (para filtrar a água que saía de um cano aberto no quintal do museu), e de geotintas, para as crianças desenharem e pintarem o muro interno do quintal do museu. A última oficina foi realizada com as mulheres do CRAS-Palha, facilitada pela permacultura Mayan Maharishi, do Sítio Céu e Terra, sobre plantas medicinais. As mulheres compartilharam seus saberes sobre as plantas, identificaram algumas espécies presentes na horta do museu e aprenderam a fazer cosméticos naturais.

Uma das últimas atividades do ano, realizada em parceria com os estudantes residentes da Moradia Estudantil Universitária (MEU) foi a oficina de geotintas. Para tornar o prédio mais acolhedor, os estudantes fizeram desenhos e pintaram as paredes internas e externas da MEU, conferindo identidade ao espaço onde habitavam.

No ano de 2020, o projeto não realizou nenhuma atividade prática, devido à pandemia de COVID-19. Aproveitamos o momento para produção de artigos e participação em eventos acadêmicos. Em 2021, o GEPP adaptou suas ações para as plataformas digitais. Primeiramente foi criado um site para divulgar todas as atividades desenvolvidas durante a trajetória do projeto (www.geppufvjm.wixsite.com). Para divulgar as atividades de 2021, foi criado um blog e uma conta no Youtube. Nestas plataformas foram publicados mais de 20 vídeos realizados pelo GEPP e demais parceiros, sobre conceitos, princípios, práticas e tecnologias da Permacultura.

Figura 7 – Pinturas com geotintas nas paredes da Moradia Universitária

Fonte: acervo dos autores

Em parceria com a disciplina de “Biodiversidade” ofertada pelo curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, o GEPP realizou rodas de conversa sobre Permacultura, com os discentes da referida disciplina. Apresentamos os seus princípios éticos e de *design* e as práticas que realizamos no campus JK da UFVJM, no Espaço Educacional Contraponto, Instituto EcoVida São Miguel e no Museu do Diamante.

Os educandos compartilharam suas experiências cotidianas e perceberam que a Permacultura estava presente em suas vidas. Foi proposta a criação de um programa de *podcasts*, chamado “Permaculture-se”, para relacionar os princípios de *design* da Permacultura com a biodiversidade. Nessa atividade, os estudantes, como protagonistas, confeccionaram um roteiro para guiar suas gravações. Foram desafiados a expressar de forma clara e atrativa a síntese de suas ideias e pesquisas.

Além de abordarem os conceitos dos princípios, levantaram questionamentos sobre nossos hábitos cotidianos e a maneira como consumimos e produzimos recursos e energias. Inspirados em suas próprias experiências e as de outros projetos, os discentes também compartilharam exemplos de práticas permaculturais e tecnologias sociais que podem compor um estilo de vida sustentável. Foram editados e publicados 14 *podcasts*, que primeiramente

foram para plataforma Anchor (www.anchor.fm/geppufvjm) e, posteriormente, anexados ao site do projeto (<https://bit.ly/3KqkxYI>).

Em parceria com o PIBID de Ciências Biológicas, também realizamos rodas de conversa sobre Permacultura e educação científica, abordando as oficinas pedagógicas e as tecnologias sociais. A partir destes encontros, os pibidianos foram desafiados a elaborar propostas pedagógicas sobre as tecnologias sociais da Permacultura, o que motivou a elaboração deste livro.

Durante toda a trajetória do projeto, os estudantes envolvidos participaram de eventos acadêmicos, tais como o Congresso Brasileiro de Extensão Universitária (CBEU), Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO), Encontro Regional de Ensino de Biologia (EREBIO), Conferência Internacional de Educação Popular Brasileira e Semana da Integração: Ensino, Pesquisa e Extensão da UFVJM (SINTEGRA/UFVJM), a fim de divulgarem experiências de ensino, pesquisa e extensão relacionadas à Permacultura.

Por intermédio da práxis, a Permacultura agregou muitas mãos e mentes. As experiências vivenciadas até aqui nos mostram a grande potência que um projeto de extensão, ensino e pesquisa pode ter. Transcendendo o âmbito universitário, envolveu diferentes comunidades, gêneros e gerações. Agora, queremos levar essas experiências para as escolas, para que a comunidade escolar, por meio do diálogo entre a Permacultura e a educação científica, possa repensar seus modos de ser e estar no mundo.

PARTE I

ENCONTROS DA PERMACULTURA COM AS TECNOLOGIAS SOCIAIS

Capítulo 1. Permacultura e Tecnologias Sociais: bases conceituais

Beatriz Soligo Gama

Beatriz Giovana de A. Guedes

Luciana Resende Allain

Maíra Figueiredo Goulart

Alessandra Lopes Calvão

O OBJETIVO deste capítulo é detalhar os aspectos conceituais da Permacultura e sua relação com as chamadas Tecnologias Sociais. Em um primeiro momento, abordaremos os aspectos históricos do surgimento da Permacultura, descrevendo seus princípios éticos e de *design*. Posteriormente, apresentaremos e discutimos as interfaces entre permacultura e sustentabilidade, finalizando com as bases conceituais das tecnologias sociais, que na Permacultura conferem materialidade aos princípios de *design*. No capítulo seguinte, descreveremos cinco tecnologias sociais com potencialidades de interlocução com temas escolares: o aquecedor solar de baixo custo, o filtro biológico, a bacia de evapotranspiração, a captação de água da chuva e o biodigestor.

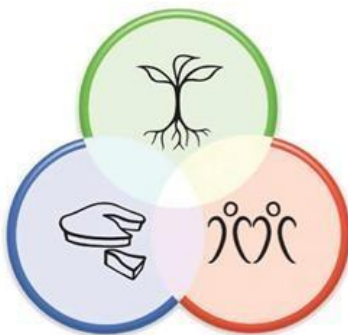
1.1 Princípios da Permacultura

A Permacultura consiste na elaboração, implantação e manutenção de ecossistemas produtivos que mantenham a diversidade, resgate de práticas ancestrais e tradicionais e a estabilidade dos ecossistemas naturais, fornecendo energia, moradia e alimentação humana sob a ótica do sintropismo (MOLISSON, 1988). O termo surgiu da expressão em inglês “*Permanent*

Agriculture” cunhado na década de 70 por Bill Mollison e David Holmgren. Rapidamente o termo surgido na Austrália, difundiu-se pela América do Norte e Europa, chegando à América Latina e ao Brasil em meados dos anos 80. Muito mais que um método de agricultura permanente, nos dias atuais a Permacultura se apresenta como sendo uma proposta para uma “cultura humana permanente”, ou seja, uma cultura que visa a nossa permanência neste planeta em harmonia com o ambiente no qual fazemos parte (JACINTHO, 2007).

A Permacultura está baseada em três princípios éticos fundamentais: o cuidado com a Terra (rios, mar, água, florestas, solo, etc), o cuidado com as pessoas (cuidar de você mesmo, dos parentes e comunidade) e a partilha justa (estabelecer limites para consumo e reprodução, e redistribuir o excedente). Na Figura 1 é possível perceber as interrelações entre os 3 princípios éticos:

Figura1 — Os três princípios éticos da Permacultura



Fonte: https://permacultureprinciples.com/pt/pt_ethics.php

Esses princípios guiam nossos comportamentos e práticas cotidianas para uma relação mais harmônica com o planeta e com os seres que o habitam. Passemos então, a explorá-los:



Cuidado com a terra

Este princípio nos convida a compreender a Terra como um sistema auto organizado. Ao habitar este planeta, temos responsabilidade individual e

coletiva sobre os recursos disponíveis para nós. Todas as nossas ações geram consequências em relação à nossa permanência aqui. Esse cuidado envolve aceitar todas as formas de vida, reduzir os impactos ambientais negativos e ser consciente em relação aos ambientes que nos envolvem.



Cuidado com as pessoas

O cuidado com as pessoas se inicia no cuidado de si e se expande para o cuidado com os outros. Para nos cuidarmos, é essencial que manifestemos as nossas necessidades e compreendamos nossos direitos básicos. Este princípio nos convida a crescer por meio da autossuficiência e responsabilidade pessoal.



Partilha dos excedentes

Os sistemas de *design* em Permacultura propõem uma abundância de recursos que precisam ser partilhados de forma justa. Este princípio nos leva a compreender a contradição entre abundância e limite. Uma vez que temos algo em abundância precisamos estabelecer limites de consumo para que não haja exploração abusiva dos recursos e a produção de desperdícios. Ao suprir nossas necessidades básicas e aplicarmos os recursos em nossos projetos de forma sustentável, a partilha dos excedentes poderá contribuir para que outras pessoas também atinjam esse objetivo.

O aprendizado destes princípios, advindos de culturas tradicionais e indígenas, se baseia no fato de que estas culturas vivem em relativo equilíbrio e harmonia com o meio ambiente, sobrevivendo por mais tempo do que os experimentos mais recentes em termos de civilização (HOLGREM, 2013). A Permacultura pode ser entendida, então, como uma filosofia de vida que consiste no planejamento das interações humanas para a criação de espaços antrópicos com mínimo impacto ao ambiente a fim de constituir uma interação produtiva e harmoniosa entre o homem e a natureza. Este sistema visa a união das práticas ancestrais aos modernos saberes de diversas áreas do conhecimento, principalmente, Biologia, Ecologia, Ciências Sociais, Arquitetura e Ciências Agrárias (JACINTHO, 2016).

Além dos seus 3 princípios éticos, a Permacultura propõe 12 princípios de *design* e 7 domínios-chave, que compõem as 7 pétalas da flor da Permacultura, conforme se observa na Figura 2.

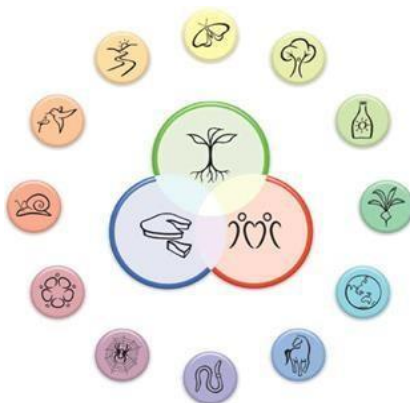
Figura 2 – As 7 pétalas da Permacultura



Fonte: <https://www.gratispng.com/png-xnpfnu/>

A espiral presente na imagem representa um caminho evolutivo, em nível local e global, que parte dos princípios éticos e de *design* e integra os sete domínios. Os 12 princípios de *design* guiam o planejamento permacultural de um sistema de *design*. Eles nos direcionam a perceber o contexto cultural e ambiental dos lugares que ocupamos e a expandir nossas habilidades e experiências. Uma representação esquemática dos 12 princípios de *design* pode ser vista na Figura 3.

Figura 3 – Esquema dos 12 princípios de *design* da Permacultura



Fonte: https://permacultureprinciples.com/pt/pt_principles.php

Os princípios de *design* são:



1. Observe e interaja: primeiro passo para implementação do *design* permacultural, que envolve observação da natureza e a interação consciente com os ambientes.



2. Capte e armazene energia: como seres que dependem de energia, esse princípio nos instiga a pensar em um modo de produção de baixo consumo energético e em formas de reconstruir o capital natural energético por intermédio da captação e armazenamento de energia.



3. Obtenha rendimento: para implementar um sistema autossuficiente, é importante buscar formas de otimizar a energia e a potência do nosso trabalho. Alguns exemplos são: a conservação de energia, produção de alimentos, tornar o solo mais fértil, dentre outros.



4. Pratique a autorregulação e aceite o feedback: o *design* de um ambiente é permeado também pela busca de um sistema autorregulado. Para isso, é necessário perceber e aceitar as respostas das nossas ações.



5. Use e valorize os serviços e recursos renováveis: priorizar os recursos locais e utilizar da melhor forma os recursos naturais disponíveis no ambiente.



6. Não produza desperdícios: fazer o melhor uso dos recursos e energias disponíveis para nós, evitando a produção de desperdícios.



7. Design partindo dos padrões para chegar nos detalhes: reconhecer os padrões presentes no ambiente que nos envolve, por

meio de uma perspectiva sistêmica, para planejar a(s) área(s) por zonas e setores.



8. Integrar ao invés de segregar: compreender as inter-relações que ocorrem na natureza e abandonar a percepção fragmentada da realidade. Organizar os elementos do sistema de maneira que estejam integrados e possam exercer ou apoiar mais de uma função.



9. Use soluções pequenas e lentas: para melhor manutenção do ambiente sustentável é importante implementar práticas em menor escala que, mesmo que a longo prazo, gerarão resultados eficientes.



10. Use e valorize a diversidade: vivemos em um planeta extremamente diverso. Reconhecer, valorizar e priorizar a diversidade presente na natureza pode nos proporcionar abundância de recursos e energia e mais harmonia nas relações humanas.



11. Use as bordas e os elementos das marginais: as zonas periféricas de um ambiente são ricas em diversidade e energia. Reconhecer as bordas como uma oportunidade pode tornar o sistema mais produtivo e estável.



12. Use e responda à mudança com criatividade: por mais completo que seja feito um planejamento permacultural ou por mais estável que esteja um sistema de *design*, sempre haverá mudanças. Para responder aos imprevistos que acontecem é preciso ser criativo(a).

É importante verificar, a partir destes princípios, que o *design* permacultural se inspira nos ambientes naturais. Por isso é fundamental observar cuidadosamente a natureza e suas diversas interconexões que permitem a autorregulação de um determinado sistema.

Segundo Molisson e Holmgren (1978), a Permacultura é uma resposta criativa de *design* para um mundo com disponibilidade cada vez menor de energia e de recursos. Deste modo, o eixo central do *design* é a eficiência energética, que se dá a partir da economia de energia vinda de fora do sistema e a maximização da energia que flui de maneira cíclica dentro do sistema. Importante ressaltar que, neste contexto, nos referimos tanto à energia que vem da água, do vento, do sol, da biomassa, mas também do trabalho – físico e mental. Diante disso, a implementação desses princípios pode nos ajudar a transformar nossos estilos de vida, a maneira que produzimos e consumimos energia e nossa relação com o meio ambiente.

Entendendo que esta relação do ser humano com o ambiente ocorre de forma holística, a Permacultura integra aos princípios éticos e de design, a Flor da Permacultura, que dispõe de sete pétalas, que representam o que Holmgren (2007) chama de domínios-chaves. São áreas de atuação que nos direcionam a construir uma cultura sustentável.

Antes de prosseguirmos, porém, com a descrição da Flor da Permacultura, consideramos pertinente apresentar ao leitor nossa compreensão sobre o que seria essa cultura sustentável. Ao longo deste livro por diversas vezes usamos os termos sustentável e sustentabilidade, cabendo, portanto, definir aqui o seu significado – ou significados. Sustentável é um termo que em ecologia se refere a um ecossistema que se mantém diverso e produtivo ao longo tempo ou que seja capaz de se recuperar após distúrbios. No âmbito social, desde a década de 1980, o termo vem sendo usado como adjetivo de "desenvolvimento", caracterizando um processo que, em teoria, satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazer suas próprias necessidades. Este é o conceito original de desenvolvimento sustentável, mas diversidade e contradições em relação ao seu significado e apropriação do termo por agentes sociais muito distintos, existem desde então.

Loureiro (2012) é um dos pesquisadores que problematiza a questão, trazendo como reflexão a impossibilidade de se construir a sustentabilidade a partir de uma sociedade desigual, cujo modo de produção não é compatível

com os ciclos ecológicos. Nascimento (2012) complementa denunciando o desenvolvimento sustentável como uma proposta despolitizada, como se contradições e conflitos de interesse não existissem mais; como se a política não fosse necessária no processo de mudanças. É alvo de críticas também o fato de o desenvolvimento sustentável vir acompanhado de um discurso dogmático e salvacionista de que a tecnologia e a ciência resolverão os problemas ambientais, como se fossem produzidas e utilizadas de forma neutra (LOUREIRO, 2012; NASCIMENTO, 2012).

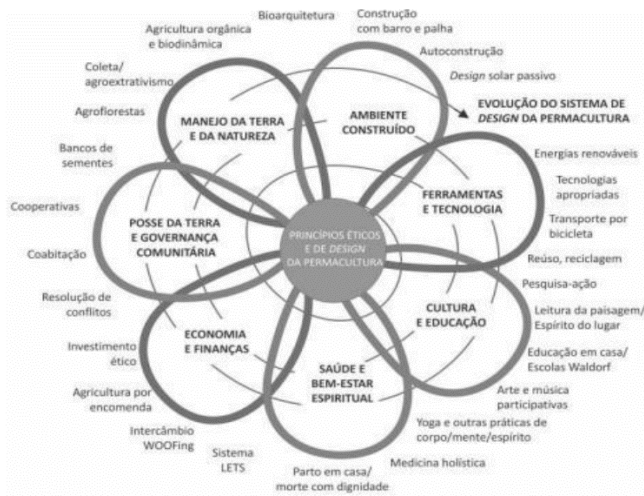
Mas, afinal, desenvolvimento sustentável, sustentabilidade e mesmo outros termos afins, como sociedades sustentáveis ou ecodesenvolvimento, são todos sinônimos? Não há consenso, depende do contexto e do autor, mas, como aponta Loureiro (2012), são todos termos imprecisos, geralmente usados de forma vaga quanto aos posicionamentos político-econômicos e suas intencionalidades. Portanto, é importante pontuar aqui que a nossa opção conceitual para os termos sustentável e sustentabilidade diverge do conceito hegemônico de desenvolvimento sustentável. Pautados pelos princípios éticos da Permacultura, entendemos sustentabilidade como um processo que envolve o cuidado com a Terra, o cuidado com as pessoas e a partilha justa. Esta tríade aproxima-se da concepção de Leff (2009), para quem a sustentabilidade está atrelada à conservação da natureza e também à democracia, participação social, diversidade cultural e política, e ao processo de repensar o conhecimento e a educação. A educação como sendo um elemento fundamental para o alcance da sustentabilidade (e também no desenvolvimento da Permacultura) é também ressaltado por Boff (2005): “A sustentabilidade não ocorre mecanicamente. Ela é fruto de um processo de educação pela qual o ser humano redefine o feixe de relações que entretém com o universo, com a Terra, com a natureza, com a sociedade e consigo mesmo.” (BOFF, 2005, p.149).

As contradições em torno do desenvolvimento sustentável foram ampliadas em 2015 com a publicação pela ONU dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Chamado de Agenda 2030, este documento propõe 17 ODS a serem alcançados pelos países membros até 2030. Alguns defendem os ODS como o caminho para garantir uma vida sustentável, pacífica e

próspera, mas reconhecem que alcançá-los é um enorme desafio. Outros, no entanto, são bastante críticos em relação às suas contradições. Scarano e colaboradores (2021) chamam atenção, por exemplo, para o ODS 8, que trata do crescimento econômico, e mostram evidências de que ele não é prontamente conciliável com os demais ODS de caráter ambiental ou social. O crescimento econômico é aliado à ideia moderna de “progresso”, um paradigma capitalista que precisa ser rompido para alcançarmos a sustentabilidade. Por isso, alternativas à ideia hegemônica de desenvolvimento sustentável vêm sendo discutidas sob a alcinha de movimentos de decrescimento ou pós-desenvolvimento (SCARANO *et al.*, 2021). São propostas que resgatam cosmovisões originárias de povos ancestrais e indígenas e de movimentos socioambientais mais recentes, para as quais a Permacultura tem muito a contribuir.

Em nossa visão contra-hegemônica de desenvolvimento sustentável, trazemos como proposta trocar o foco das 169 metas e mais de 300 indicadores de monitoramento prescritos pelos ODS e refletirmos com profundidade sobre a Flor da Permacultura. Nela é possível identificar os domínios-chave ou pétalas (Figura 4), que estão conectados à esta concepção de sustentabilidade que defendemos.

Figura 4 – As pétalas da Flor da Permacultura



Fonte: Holmgren (2013)

A Flor da Permacultura representa a complexidade e interdisciplinaridade que compõem um sistema de *design*, para que ele seja plenamente sustentável. Como é possível visualizar na figura 4, o movimento da espiral representa a integração dos princípios éticos com os de *design* da Permacultura, a partir de um nível pessoal, expandindo para o local e global. Segundo Holmgren (2013), os sete domínios-chave ou pétalas da Flor da Permacultura são caracterizados como:

1) Manejo da terra e da natureza: Essa pétala está envolvida com práticas de fonte de vida, pois é possível extrair da natureza o que de melhor ela oferece: alimento, abrigo e energia. São exemplos de práticas relacionadas a esse domínio-chave: horticultura biointensiva, orgânica, e biodinâmica; banco de sementes; coleta de água; agrofloresta (ou floresta baseada na natureza); aquacultura.

2) Ambiente construído: É importante aprender a construir com materiais locais e observar os ciclos naturais, aproveitando as potencialidades dos recursos naturais e elementos como vento, sol, relevo, árvores etc. Nesta pétala, é importante analisar o consumo dos materiais e a própria pegada de carbono individual e coletiva. Alguns exemplos dessa prática são: planejamento solar passivo, construção com material natural, coleta e reuso da água, bioarquitetura, construção pelo proprietário (autoconstrução).

3) Ferramentas e tecnologia: A tecnologia e suas ferramentas são um ponto essencial dos sistemas de *design*. Se possível, as tecnologias e suas ferramentas devem ser produzidas pelas pessoas que vão usá-las, ou sofrer adaptações concernentes às especificidades dos usuários e de seu contexto. Desta forma, são consideradas tecnologias sociais e podem ser exemplificadas com: reuso e reciclagem criativa, ferramentas manuais, transporte por bicicletas, fogão à lenha eficiente e de baixa poluição, combustíveis de restos orgânicos, gaseificação de madeira, geração de vento em pequena escala, geração e armazenagem de energia renovável.

4) Educação e cultura: Na pétala da educação e cultura, ressaltamos a relevância da pesquisa-ação. Mais do que uma metodologia de pesquisa, ela é também um dos fundamentos principais da educação popular. A pesquisa-

ação envolve a observação criteriosa de um problema e o planejamento coletivo de intervenções na realidade, em busca de conhecimentos e soluções que possam instrumentar, capacitar e promover as mudanças necessárias para a transformação de uma realidade. Nesta perspectiva, o observador faz parte do que está sendo estudado, sendo assim, este é um processo reflexivo. Exemplos dessa prática são: Educação complementar em casa, pedagogia Waldorf, arte-educação, ecologia social, pesquisa-ação, leitura da paisagem e trilhas interpretativas.

5) Saúde, bem-estar espiritual: Essa pétala reflete a noção da autonomia no cuidado com o próprio corpo e mente. Está ligada à relação entre homem e natureza e a natureza do próprio homem, isto é, quanto mais distante essa relação, mais artificial se torna a vida, com mais riscos de adoecimentos. Nesta pétala, é importante a responsabilidade com sua própria saúde e com a saúde coletiva, promovendo a qualidade de vida e o bem-estar espiritual. Exemplos dessa prática são: parto em casa e aleitamento materno, medicina complementar e holística, yoga, capoeira, renascimento, cultura tradicional e indígena, morte digna.

6) Economia e finanças: Essa pétala reconhece a importância de uma economia solidária, priorizando circuitos locais de circulação financeira, e processos autogestionados de geração de renda. Esta pétala se opõe à acumulação do capital e ao consumo desenfreado e tem como principais exemplos: uso de moeda local e regional, investimento financeiro ético e comércio justo, mercado de produtores e agricultura apoiada na comunidade, sistemas de trocas de produtos e serviços.

7) Posse da terra e governança comunitária: Nessa pétala é importante ressaltar a potência do coletivo, pois a governança comunitária retira o foco da liderança individual e hierarquizada e privilegia relações mais horizontalizadas e dialógicas. Nesta perspectiva, a responsabilidade pelo sucesso da comunidade é distribuída a todos, tornando os membros corresponsáveis pelo bem-estar coletivo. Exemplos dessa prática são: cooperativas, associações comunitárias, ecovilas, coabitações, tomada de decisão por consenso, direto tradicional de uso da terra.

Como se vê, os domínios-chave que integram os princípios de *design* da Permacultura estão presentes em várias dimensões da vida. Mas como podemos implementar os princípios de *design* na prática? É o que veremos a seguir.

1.2 Tecnologias sociais: o que são?

Os princípios de *design* da Permacultura podem ser implementados por meio de tecnologias sociais (TS). E o que são TS?

Ao fazerem um mapeamento teórico das publicações sobre tecnologias sociais entre os anos de 2002 e 2015 no Brasil, Duque e Valadão (2017) concluíram que há duas visões teóricas sobre TS nas publicações brasileiras. A primeira visão considera a Tecnologia Social não somente como um artefato ou uma técnica, mas uma construção social que proporciona crescimento para a comunidade. Uma característica da tecnologia social desta corrente é que ela advém do conhecimento não científico, ou seja, do conhecimento popular. A segunda visão emprega o termo Tecnologia Social para identificar tecnologias *para* o social, ou seja, técnicas, programas e procedimentos, utilizados para reparar mazelas sociais das comunidades, seja no âmbito da saúde, educação ou segurança pública. Observa-se que, para essa visão, a palavra social é apenas um adjetivo para a tecnologia.

Embora seja um conceito ainda em formação, Duque e Valadão (2017) destacam que para ambas as visões, as TS implicam na construção de soluções de modo coletivo pelos que irão se beneficiar dessas soluções e que atuam com autonomia. As TS também rompem com a relação de dependência tecnológica, com o propósito de promover a transformação social, observadas as dimensões do desenvolvimento sustentável, e resgatando a adequada relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Portanto, para melhor compreendê-la, é preciso pontuar aqui a diferença entre a tecnologia convencional e a tecnologia social.

Primeiramente, é importante apresentar qual é nossa compreensão de tecnologia. Começamos explorando as concepções que mais circulam entre o senso comum: a visão instrumentalista e a funcionalista. Ambas atribuem

uma suposta neutralidade à tecnologia, pois esta é compreendida como uma ferramenta, um instrumento neutro, cujo uso é que vai definir se ela é benéfica ou nociva, podendo ser aplicada de maneira indiscriminada, independente do contexto sociopolítico (FEENBERG, 1991). Estas perspectivas atribuem ao ser humano o total domínio e responsabilidade pelos impactos da tecnologia na sociedade. Lopes (2020) explica que a visão funcionalista da tecnologia, baseada no conceito de meta, está relacionada à compreensão, domínio, análise e poder de decisão, atrelada apenas aos sujeitos sociais detentores de seu conhecimento técnico – cientistas, engenheiros, técnicos etc. – afastando a possibilidade de incluir outros sujeitos e aspectos externos à técnica, como o usuário e sua realidade socioeconômica, os impactos ambientais etc. O automatismo e a neutralidade tecnológica são refutados por Feenberg (1991), que, ao contrário, considera a tecnologia em um processo dialético – no qual “a tecnologia media e molda os grupos sociais que, por sua vez, mediam e moldam a tecnologia” (FEENBERG, 2009, p. 115). Esta perspectiva dialética é defendida pela Teoria Crítica da Tecnologia (FEENBERG, 1991), segundo a qual os artefatos tecnológicos possuem intencionalidade, não sendo ferramentas neutras, construídas apenas para atender aos interesses da classe dominante (LOPES, 2020). A Tecnologia Social surge em um movimento de oposição às relações de produção e organização do trabalho capitalistas, fortemente ligadas à Tecnologia Convencional. Portanto, a TS propõe outras vias possíveis para o desenvolvimento tecnológico, envolvendo a participação social no modo de produção e gestão tecnológica. Assim, para compreender um desenvolvimento tecnológico é preciso partir da análise política, socioecológica e econômica dos vários grupos sociais envolvidos no processo (FEENBERG, 1991). Em outras palavras, para a Teoria Crítica da Tecnologia, a TS trata de um artefato cultural que torna possível um ou mais modos de vida (LOPES, 2020). Esta perspectiva está relacionada ao marco teórico-conceitual do construtivismo social (DAGNINO; BRANDÃO; NOVAES, 2004).

Ao fazer uma reflexão histórica sobre o surgimento das TS, Dagnino (2011) explica que a partir dos anos 1960, parte da sociedade se deu conta que a tecnologia desenvolvida e utilizada pelas grandes empresas privadas não era

adequada aos países periféricos. Em 1970, toma corpo o movimento das tecnologias intermediárias e das tecnologias apropriadas, que foram designadas por uma série de outros termos, como tecnologias emancipatórias, suaves etc. As expressões que foram sendo formuladas tinham como característica comum o fato de serem geradas por diferenciação à TC, em função da percepção de que esta não vinha conseguindo resolver, podendo mesmo agravar, os problemas sociais e ambientais. Ao expor as críticas feitas ao movimento das tecnologias apropriadas, Dagnino (2011) argumenta que a Tecnologia Apropriada (denominação genérica para mais de vinte designações que então surgiram) poderia ser produzida por pesquisadores, “ofertada” por meio de bancos de dados, e “demandada” pelos pobres do campo e da cidade. Atacava-se também a noção de que, para desenvolver a TA, bastava:

utilizar o conhecimento “armazenado” na universidade, tentando adaptá-lo (ou simplificá-lo) para que sua aplicação evitasse os impactos negativos que a TC causava, quais sejam: a demanda por mão-de-obra “qualificada”, o alto custo de capital por posto de trabalho gerado, o desemprego, a marginalização, o uso intensivo de insumos sintéticos, a degradação ambiental etc. (DAGNINO, 2011, p.2).

Portanto, os defensores de TA não compreenderam que os grupos sociais que eles pretendiam beneficiar com as tecnologias precisavam se envolver com sua concepção, construção e avaliação, de tal forma que levassem a cabo a mudança de estilo de desenvolvimento que as TA propunham, para que tais processos fossem se incorporando, como força motora, em um movimento retroalimentado (DAGNINO; BRANDÃO; NOVAES, 2004).

A década de 1980 é marcada pela expansão do neoliberalismo e do reforço ao determinismo científico-tecnológico, que pressupunha um modelo linear de inovação, característico das tecnologias convencionais, segundo o qual, ao desenvolvimento da pesquisa científica seguiria o desenvolvimento tecnológico, logo após, o desenvolvimento econômico e, depois, o social. Segundo Dagnino, Brandão e Novaes (2004), em contraposição a esse modelo determinista, difundiu-se a preocupação com as bases tecnológicas de um processo que permitisse a recuperação da cidadania dos segmentos mais

penalizados, a interrupção da trajetória de fragmentação social e de estrangulamento econômico interno do país e a construção de um estilo de desenvolvimento mais sustentável. Surgiu, então, no Brasil nos anos 2000, o movimento da Tecnologia Social.

Para Dagnino (2009), diferentemente da inovação tecnológica praticada nas tecnologias convencionais, que envolvem competitividade e o atendimento à lógica da oferta e demanda, a inovação nas tecnologias sociais se dá em um contexto de “reaplicação” - um processo específico, com aspectos distintivos, próprios, dado pelo caráter do contexto sociotécnico que conota a relação que se estabelece entre os atores envolvidos com a TS. Portanto, conforme alertam Dagnino, Brandão e Novaes (2004), a tecnologia social surge na comunidade e não é possível sua replicação, ou seja, não pode ser reproduzida, porque os atores envolvidos no processo social modificam seu teor conforme suas necessidades. Esse processo se dá por meio de uma adequação sociotécnica. A replicação neste contexto difere da reaplicação, pois a replicação seria a cópia exata sem alterações, como se pressupõem nos modelos tecnológicos convencionais. A reaplicação consiste na produção e reprodução de tecnologias a partir das dinâmicas e lógicas específicas das comunidades envolvidas com essas tecnologias.

Isso implica considerar que as tecnologias não são um produto inextrável da aplicação científica, mas estão imbricadas a esta última, constituindo produtos e processos sociotécnicos ou sociocientíficos. Como dissemos anteriormente, tais processos não são neutros e puros, sendo antes marcados pelos interesses, negociações, controvérsias e estratégias de deslocamentos de objetivos e rotas, provocados pelos humanos, associados a elementos não-humanos, formando as redes do social (LATOUR, 2012).

Para o construtivismo social, as tecnologias seriam construídas socialmente na medida em que os grupos de consumidores, os interesses políticos e outros similares influenciam não apenas na forma final que toma a tecnologia, mas em seu conteúdo. Desta forma, Dagnino, Brandão e Novaes (2004, p.24) alertam que:

o caminho que vai de uma ideia brilhante a uma aplicação bem-sucedida é longo e sinuoso, entremeado com alternativas inerentemente viáveis, que foram abandonadas por razões que têm mais a ver com valores e interesses sociais do que com a superioridade técnica intrínseca da escolha final. Desta forma, a escolha de cada engrenagem ou alavanca, a configuração de cada circuito ou programa não podiam mais ser entendidos como determinados somente por uma lógica técnica inerente, e sim por uma configuração social específica que serve de unidade e escolha. (DAGNINO; BRANDÃO; NOVAES; 2004, p.24).

Sendo assim, é o conceito de indeterminismo que explica por que o desenvolvimento tecnológico não é linear e único, ao contrário, pode se ramificar em muitas direções e prosseguir ao longo de mais de uma via. Para Duque e Valadão (2017, p.16), essa concepção busca superar “as tradicionais formas de desenvolvimento, seja ele tecnológico, econômico ou científico, e passa a considerar o resultado das produções locais, significadas e valorizadas a partir da própria hibridez inerente às relações sociais, naturais e culturais”.

A Permacultura, prática que hibridiza os conhecimentos científicos aos ancestrais, se mostra como uma das vias possíveis de desenvolvimento tecnológico, quando suas tecnologias sociais são de fato apropriadas pela comunidade que as utiliza, reaplicando-as de acordo com o contexto local. Ademais, por levar em conta, de forma simétrica, os conhecimentos científicos, em conjunto com os tradicionais, estes últimos forjados ao longo da ancestralidade dos povos indígenas, quilombolas, ribeirinhos, camponeses etc, argumentamos que a Permacultura pode ser desenvolvida numa perspectiva decolonial, especialmente quando em diálogo com os currículos escolares, que são fortemente baseados em processos de colonialidade que estão naturalizados e profundamente introjetados no nosso imaginário individual e coletivo. Tais processos negam ou diminuem as contribuições dos grupos socioculturais e epistemologias que são consideradas pertencentes ao passado ou que são reduzidos à crenças e que devem ser superadas pela lógica moderna eurocêntrica. No entanto, embora ainda pouco valorizados nos fóruns acadêmicos e nos currículos escolares, defendemos que as práticas ancestrais e os conhecimentos tradicionais têm grande importância no mundo contemporâneo e se

conectam com várias áreas do saber. A título de exemplo, Guimarães *et al.* (2016, p.184) sinalizam que

As tecnologias de cultivo, pesca, coleta e manejo florestal praticadas pelas sociedades indígenas, quilombolas e ribeirinhas, vêm sendo apontadas como soluções de segurança alimentar, pela capacidade que possuem em manter vivas grande diversidade de grãos, manivas, frutas e peixes. Os conhecimentos tradicionais sobre as qualidades medicinais da flora pertencentes aos diferentes biomas vêm sendo motivo de discussão para a criação de protocolos que protejam estes conhecimentos tradicionais contra as práticas de biopirataria. As arquiteturas tradicionais na construção de casas, malocas (que são verdadeiras catedrais), barragens de pesca, as construções de embarcações marítimas e fluviais, as medicinas tradicionais: todas estas formas milenares de conhecimento vêm ainda sendo sustentadas por mestres de comunidades inteiras e garantindo a elas sua sobrevivência. (GUIMARÃES *et al.*, 2016, p.184)

Boa parte das tecnologias citadas acima podem ser associadas à práticas permaculturais e agroecológicas, desde muito aplicadas pelas comunidades ribeirinhas, indígenas e do campo. Portanto, este livro também tem como objetivo visibilizar, conhecer, valorizar e fazer circular os conhecimentos tradicionais envolvidos nas práticas permaculturais, em diálogo com os conhecimentos científicos e escolares.

Para Calvão (2020), apesar de ser ainda um novo campo do conhecimento, com poucos trabalhos acadêmicos sobre o tema, a Permacultura possui preceitos que operam conexões inovadoras e potencialmente transformadoras, com um arcabouço de novos saberes e técnicas importantes para enfrentar o *status quo* impresso pelo sistema capitalista, que nos levou ao limiar da crise e falência ambiental em nossa sociedade. Suas tecnologias, em tese, não deveriam ser dominadas pelo poder, pois seriam saberes acessíveis a qualquer pessoa, e deveriam frutificar em processos de autonomia e de autogestão, e assim sendo, podem ser caracterizadas como Tecnologias Sociais. Estas tecnologias, quando abordadas de forma participativa, servem adequadamente para propiciar diálogo e interação entre os sujeitos e a ação. São eficientes para o planejamento de edificações autossustentáveis,

com tecnologias onde os recursos são utilizados racionalmente e ainda ocorre a geração de mais recursos.

A Permacultura abre espaço para a interação entre os sujeitos e as situações presentes em nosso cotidiano, estimulando a criatividade e propiciando a intervenção e solução de problemas. Segundo Calvão (2020) ela é mais do que uma prática, uma ciência, um método pedagógico, um arcabouço teórico e tecnológico ou mesmo um movimento; ela é uma maneira de trabalhar com a natureza para atingir maior qualidade de vida e equilíbrio ambiental. Utilizando a observação cuidadosa da natureza e as características de cada elemento, permite a instalação integrada e de baixo impacto ambiental de edificações humanas com sistemas naturais para a produção de energia, alimentos e habitação. Aproveita todos os recursos de forma a utilizar as funções de cada um dos elementos em todo o seu potencial e pelo maior tempo possível. São Tecnologias Sociais apropriadas à construção de uma sociedade equilibrada ecologicamente, justa e com equidade social e, para isso, tem estratégias de minimizar os impactos gerados por nossas atividades diárias. Vamos conhecer algumas delas no próximo capítulo.

Referências

BOFF, L. **Sustentabilidade**: o que é - o que não é. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

CALVÃO, A. L. **Educação popular, permacultura e agroecologia para a transformação social, econômica e ambiental**: um estudo de caso na comunidade rural de Extrema – Congonhas do Norte/MG. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Estudos Rurais). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2020. 147p

DAGNINO, R.; BRANDAO, F. C.; NOVAES, H. T. **Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social**. In: LASSANCE JR, A. E.; MELLO, C. J. Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. p. 15-64.

DAGNINO, R. (org.). **Tecnologia social**: ferramenta para construir outra sociedade. Campinas: Unicamp, 2009.

DAGNINO, R. Tecnologia Social: base conceitual. **Revist@ do Observatório do Movimento pela Tecnologia Social da América Latina** - Ciência & Tecnologia Social - A construção crítica da tecnologia pelos atores sociais. [S. l.], v. 1, n. 1, jul. de 2011.

DUQUE, T.O.; VALADÃO, J.A.D. Abordagens teóricas de tecnologia social no Brasil. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 5, out./dez. 2017.

FEENBERG, A. **Critical theory of technology**. New York: Oxford University Press, 1991.

FEENBERG, A. Cinco paradoxos da tecnologia e da política de desenvolvimento. In: OTERLOO, A. *et al.* **Tecnologias Sociais**: caminhos para a sustentabilidade. Brasília: s.n., 2009. 99-116 p.

GUIMARÃES, C.; OLIVEIRA, L.; BRASIL, A. G.; TUGNY, R. P.; TAKAHASHI, R.; TUGNY, A.; MOURA, M. A.; OLIVEIRA, F.; ALTIVO, B. R.; FURIATI, T. Por uma universidade pluriepistêmica: a inclusão de disciplinas ministradas por mestres dos saberes tradicionais e populares na UFMG. **Tessituras**, v. 4, n. 2, p. 179-201. 2016.

HOLMGREN, D. **Os Fundamentos da Permacultura**. Traduzido por Van Piergili e Amantino de Freitas. Holmgren design services, 2007.

HOLMGREN, D. **Permacultura**: princípios e caminhos além da sustentabilidade. David Holmgren; tradução Luzia Araújo. – Porto Alegre: Via Sapiens, 2013. 416p.

JACINTHO, C. R. S. **A agroecologia, a Permacultura e o paradigma ecológico na extensão rural**: uma experiência no Assentamento Colônia I - Padre Bernardo, Goiás. Dissertação (Mestrado). Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, 2007. 139 p.

JACINTHO, C. R. S. **Permacultura: Noções Gerais**. IPOEMA - Instituto de Permacultura: Organização ecovilas e meio ambiente. Brasília, 2016.

LATOUR, B. **Reagregando o social**: uma introdução à Teoria do Ator-Rede. Tradução de Gilson César Cardoso de Souza. Ed. EDUFBA/EDUSC. Salvador- Bauru, 2012.

LEFF, E. **Ecologia, Capital e Cultura**: a territorialização da racionalidade ambiental. Editora Vozes: Petrópolis. 2009.

LOPES, T. G. R. **Desenvolvimento e manejo de tecnologias sociais de base agroecológica na promoção do saneamento rural em Ituberá, Bahia**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2020. 237p.

LOUREIRO, C. F. **Sustentabilidade e educação**: um olhar da ecologia política. São Paulo: Cortez, 2012.

MOLLISON, B.; HOLMGREN, D. **Permacultura 1** - Uma agricultura permanente nas comunidades em geral. Ed. Ground, São Paulo, 1978.

MOLISSON, B. **Permaculture**: a desingner's manual. Ed. Tagari. 1988.

NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 26, n. 74, 51-64. 2012.

SCARANO, F. R.; PADGURSCHI, M. C.G.; FREIRE, L. M.; FORNERO AGUIAR, A. C.; CARNEIRO, B. R. L.; PIRES, A. P. F. Para além dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável: desafios para o Brasil. **Revista Bio Diverso**, Porto Alegre, v.1, p.3-21. 2021.

Capítulo 2. Conhecendo algumas tecnologias sociais da Permacultura

Alessandra Lopes Calvão

Beatriz Soligo Gama

NESTE capítulo, vamos explorar as tecnologias sociais que serão abordadas neste livro a partir das Situações de Estudo (Parte III). Por apresentarem potencial de discussões sobre segurança hídrica e energética, neste livro foram escolhidas as seguintes tecnologias sociais: Bacia de Evapotranspiração, Filtro Biológico, Aquecedor Solar de Baixo Custo, Captação de água da chuva, Biodigestor. Vale ressaltar que o modo como apresentamos as tecnologias sociais neste livro não é único, nem universal, mas serve como uma inspiração para ser reaplicada de acordo com o contexto local dos seus usuários.

2.1 Bacia de Evapotranspiração

A vida humana está diretamente relacionada à necessidade da utilização de água, seja para consumo ou nas atividades de nosso cotidiano. Em uma residência, utilizamos a água para diversos fins, e ao final geramos águas residuais com substâncias contaminantes. As águas geradas no vaso sanitário, a cada descarga, são denominadas de águas negras (ou águas pretas), e podem causar sérios danos ao ambiente e à nossa saúde. Quando são dispostas de maneira inadequada, sendo despejadas diretamente nos rios ou em fossas que não realizam o tratamento dos contaminantes, elas poluem o solo, as águas, o lençol freático e podem causar doenças como a diarreia, giardíase e diversas verminoses. Além de degradar o equilíbrio ambiental e prejudicar diversas espécies, a falta de tratamento sanitário é também um fator preocupante para a questão de saúde pública e de qualidade de vida.

Segundo o Ranking do saneamento básico de 2020, do Instituto Trata Brasil, cerca de 46% da população brasileira não tem acesso ao tratamento de esgoto, o que denota a necessidade premente de uma política mais efetiva no setor. Quando pesquisamos sobre esta questão nas zonas rurais, a situação é ainda mais alarmante, já que a configuração geográfica destes espaços dificulta ainda mais o processo de tratamento utilizado atualmente, o de estações unificadas de tratamento de esgoto geridas por grandes companhias do setor. Contudo, algumas tecnologias sociais da Permacultura podem solucionar com facilidade e eficiência este problema. A mais utilizada e que iremos indicar aqui, por sua simplicidade na instalação, baixo custo e reutilização de resíduos sólidos, é a Bacia de Evapotranspiração (BET), que é hoje um sistema reconhecido e indicado pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

A BET foi originalmente elaborada pelo permacultor americano Tomas Watson e foi adaptada pelos permacultores brasileiros e inicialmente difundida em Santa Catarina e no Distrito Federal (VIEIRA, 2010). É basicamente um sistema fechado que utiliza plantas para promover um processo de absorção da água e dos nutrientes disponibilizados pela decomposição anaeróbica da matéria orgânica presente nas águas negras (ou águas pretas). Por ser um sistema impermeabilizado, evita que a água percole para o subsolo e, aliado ao processo de fermentação, evita que os patógenos presentes nas fezes entrem em contato com o ambiente. O processo de evapotranspiração faz com que a água saia do sistema atravessando as camadas dispostas no sistema e retorne para o ambiente, em forma de vapor, e limpa pela evaporação através do solo e da evapotranspiração que ocorre nas folhas das plantas. Na Figura 1, a seguir, elucidaremos o processo construtivo deste sistema.

Figura1 – Esquema representativo de uma Bacia de Evapotranspiração.



Fonte: retirado de Calvão e Allain (2021, p.31)

Materiais necessários:

- Pneus velhos, de preferência do mesmo tamanho
- Entulho de obra
- Cimento
- Tela de viveiro, de menor diâmetro possível, e grampos para cerca
- Cascalho/Brita e areia
- Canos e joelhos de 100 mm

Cálculo do tamanho da BET:

A profundidade recomendada é sempre de 1,20 m. A largura e comprimento variam de acordo com o número de habitantes. Recomenda-se de 1 a 2 m³ por habitante. Exemplo: para três pessoas, o tamanho recomendado é de 2 m de largura, por 3 m de comprimento e 1,20 m de profundidade.

Passos para construção:

- 1) Após cavar o buraco no tamanho determinado, observando o declive do terreno e o posicionamento do cano, chapiscar as paredes do buraco.
- 2) Fixar tela nas paredes, rebocar as paredes e fazer piso grosso no fundo do buraco.

Figura 2 – Passos 1 e 2 da construção da BET.



Fonte: Retirado de Calvão e Allain (2021, p. 32)

- 3) Instalar o encanamento com saída no início dos pneus, usando cano de 100 mm e joelhos.
- 4) Montar o túnel de pneus de maneira que formem uma manilha, sem folga alguma entre eles.
- 5) Colocar o entulho nas laterais, até a altura dos pneus.

Figura 3 – Passos 3, 4 e 5 da construção da BET



Fonte: retirado de Calvão e Allain (2021, p.33)

- 6) Colocar uma camada, de 20 a 30 cm, de cascalho/brita acima do entulho e dos pneus.
- 7) Colocar uma camada, de 20 a 30 cm, de areia acima do cascalho.

Figura 4 – Passos 6 e 7 da construção da BET



Fonte: retirado de Calvão e Allain (2021, p.33)

8) Cobrir o restante com terra e plantar as bananeiras. Ideal é que se tenha pelo menos 4 covas de bananeiras.

9) Proteger a BET das águas de chuva, usando tijolos ou troncos na lateral e cobrindo com folhas.

Figura 5 – Passos 8 e 9 da construção da BET



Fonte: retirado de Calvão e Allain (2021, p.33)

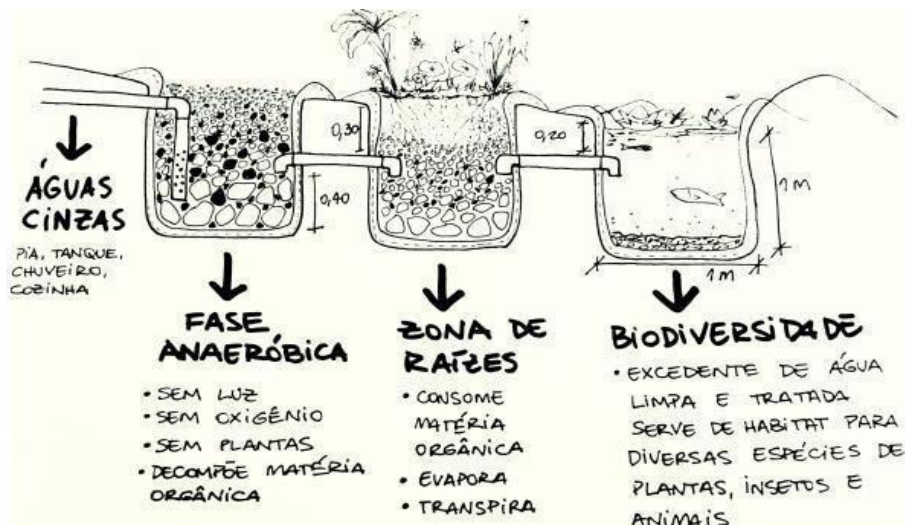
Sendo a questão do saneamento básico uma problemática urgente, que é tratada de maneira insuficiente pelas políticas públicas em desenvolvimento, e com consequências graves geradas pela defasagem no tratamento dos esgotos, este tipo de tecnologia tem grande importância para a sociedade, tendo em vista que é uma tecnologia facilmente reaplicável, além de ter baixo custo para instalação. Sendo assim, uma vez apropriada pela comunidade, gera autonomia na resolução de um problema básico como o saneamento rural, tornando-a uma tecnologia social importante a ser divulgada.

2.2 Filtro Biológico

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), no Relatório sobre desenvolvimento dos Recursos Hídricos de 2021, cada pessoa necessita de 3.000 litros de água por mês, para suas atividades cotidianas. Segundo os dados do Ministério das Cidades, em relatório do Sistema Nacional de Informações sobre saneamento de 2018, os brasileiros consomem cerca de 1.000 litros a mais por mês do que o previsto pela ONU. Grande parte deste consumo se dá em nossos chuveiros, pias, tanques e máquinas de lavar roupas, resultando no que convencionalmente são chamadas as águas cinzas. Estas águas residuais domésticas contêm substâncias como sabão, restos de alimentos e de óleo, que quando não tratadas podem causar poluição ambiental. Mesmo tendo menor concentração de coliformes e outros contaminantes do que as águas negras, ainda podem conter altos níveis de microrganismos patogênicos, sólidos em suspensão e produtos químicos. Nas zonas urbanas, boa parte destas águas são despejadas sem tratamento, diretamente nos rios, causando alterações nas taxas de aeração e dificultando a entrada de luz nos sistemas aquáticos, o que desequilibra todo este ecossistema. Nas zonas rurais, geralmente são águas dispostas na superfície dos terrenos, transformando-se em “esgotos a céu aberto”, que atraem moscas e mosquitos, poluem os solos e ocasionam mau cheiro. Em contraponto, quando tratadas de maneira correta, podem ser reaproveitadas na fertirrigação de pomares, hortas, pastagens e até mesmo sendo reutilizadas para outras tarefas domésticas, como para limpeza. A Permacultura adaptou e utiliza alguns métodos de tratamento biológico de águas cinzas, como por exemplo os sistemas de círculo de bananeiras e filtros biológicos percolados ou anaeróbicos. Nestes sistemas biológicos de tratamento, as águas passam por um primeiro processo de retirada de sólidos, em sua passagem pela caixa de gordura, e por etapas subsequentes de filtração, ao longo das camadas do sistema, e de remoção de substâncias biodegradáveis por intermédio do tratamento biológico, realizado pelos microrganismos, e de fitorremediação, proporcionado pelas plantas existentes. Em diversos processos anaeróbicos e aeróbicos que ocorrem nos filtros biológicos, ocorre a oxidação das matérias orgânicas, evitando assim que causem

contaminação ambiental. Ao invés do descarte incorreto, os sistemas impermeabilizados dos filtros biológicos garantem que a água seja tratada antes de retornar ao ambiente em forma de vapor ou possibilitando que ela seja reutilizada, inclusive para a aquicultura e piscicultura. Na Figura 6, a seguir, elucidamos o processo construtivo deste sistema.

Figura 6 – Esquema representativo do filtro biológico.



Fonte: Calvão e Allain (2021, p. 36)

Materiais necessários:

- Caixa de gordura
- Cimento
- Tela de viveiro, de menor diâmetro possível
- Grampos para cerca
- Vergalhão ou malha pop
- Entulho de obra ou pedra
- Cascalho/Brita e areia
- Carvão
- Canos e joelhos de 50 mm

Cálculo para tamanho dos tanques:

A profundidade recomendada é sempre de 1,20 m. Largura e comprimento variam de acordo com número de habitantes. Recomenda-se de 5 a 7 m³ por habitante.

Passos para construção:

- 1) Instalar caixa de gordura no início do encanamento.
- 2) Cavar de 3 a 4 buracos, com formatos circulares e mais orgânicos, observando a declividade do terreno.
- 3) Após chapiscar as paredes dos buracos, fixar a tela nas paredes, rebocar as paredes e fazer um piso grosso no fundo do buraco.
- 4) Instalar encanamento com a entrada da água no fundo do buraco e a saída da água por cima.

Figura 7 – Passos iniciais para construção do Filtro Biológico



Fonte: retirado de Calvão e Allain (2021, p.37)

- 5) Montar o primeiro tanque apenas com entulho, ou pedra, e carvão.
- 6) Fazer uma tampa sobre o primeiro tanque para criar uma fase anaeróbica, sem entrada de ar.
- 7) Montar o segundo tanque com entulho, carvão e uma camada de cascalho de 40 cm.

Figura 8 – Passos intermediários de construção do Filtro Biológico



Fonte: retirado de Calvão e Allain (2021, p.37)

8) Montar o terceiro tanque com menos entulho, uma camada maior de cascalho, carvão e uma camada de 30 cm de terra. Plantar mudas de capuchinha e/ou outras plantas.

9) O quarto tanque serve como reservatório da água limpa, que pode ser usado para criar peixes. Ele deve ser pintado com material impermeável e ter um “ladrão”, que pode ser direcionado para a horta ou pomar.

Figura 9 – Finalização da construção do Filtro Biológico



Fonte: retirado de Calvão e Allain (2021, p.37)

Diante da necessidade de universalizar o acesso ao saneamento básico, sobretudo no meio rural, sistemas ecológicos, baratos, simples e eficientes de tratamento de esgoto, são fundamentais no desenvolvimento de comunidades, proporcionando maior qualidade de vida a seus habitantes. Sistemas deste tipo, uma vez apropriados e reaplicados pelos comunitários, causam impacto positivo não apenas para a vida de cada um deles, mas também em sua relação com o meio, solucionando uma demanda por meio desta tecnologia social.

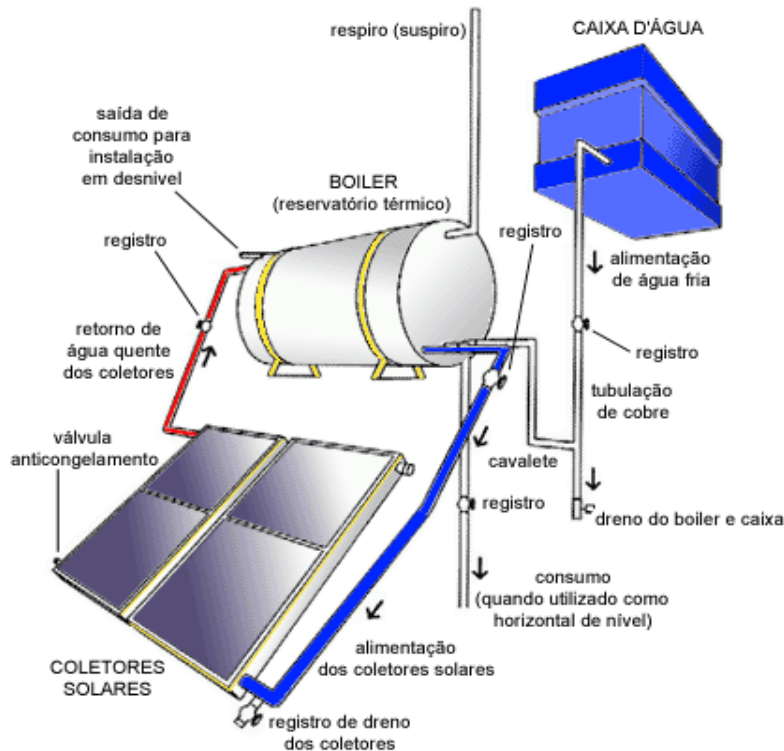
2.3 Aquecedor Solar de Baixo Custo

De acordo com o Ministério de Minas e Energia, a demanda brasileira por energia elétrica chegou a 294 milhões de tep (toneladas equivalentes de petróleo) em 2019, sendo as principais fontes energéticas de nosso país as hidrelétricas, termoeletricas, solar, eólica e nuclear. A principal fonte é a hidrelétrica, sendo responsável por cerca de 64% da matriz energética nacional. Este modelo energético é um modelo pouco sustentável do ponto de vista ambiental, uma vez que para sua produção é necessária a construção de barragens que ocasionam a mudança de curso de rios e a inundação de grandes áreas que destroem habitats naturais e causam perda da biodiversidade. Além disso, é uma energia que possui alto custo para o consumidor final.

Em contrapartida, a energia elétrica produzida a partir de fonte solar, mesmo sendo a forma com maior sustentabilidade ambiental, representa apenas 0,1% da matriz energética nacional. Esta energia aproveita a luz do sol, a fonte energética mais abundante e sustentável de nosso planeta, e por meio de placas fotovoltaicas a transforma em energia elétrica. Outra forma de utilização desta fonte energética é utilizar coletores térmicos, onde a energia solar é transformada em energia térmica e é utilizada para aquecer a água. As políticas públicas para desenvolvimento do setor são ínfimas e, aliado ao alto custo de instalação dos sistemas individuais, esta é uma tecnologia restrita apenas aos cidadãos que possuem maior poder aquisitivo.

A Permacultura utiliza no *design* de ambientes humanos sustentáveis, uma tecnologia de captação e transformação de energia solar em térmica acessível a todos, que são os Aquecedores Solar de Baixo Custo. Esta tecnologia social foi criada pelo engenheiro elétrico Augustin T. Woelz, que em 1999 fundou a ONG Sociedade do Sol e dissemina esta tecnologia para que a energia solar possa ser utilizada por todos. Este sistema, de fácil construção e instalação, reutiliza materiais de baixo custo para construir um aquecedor de água para os chuveiros. Sendo o chuveiro um aparelho que é responsável por cerca de 30% do gasto de energia elétrica de uma residência, tal tecnologia social promove uma economia significativa na conta de luz. Na Figura 10, a seguir, elucidamos o processo construtivo deste sistema.

Figura10 – esquema representativo do Aquecedor Solar de Baixo Custo



Fonte: retirado de Gama e Allain (2021, p.6)

Materiais necessários:

- Tubos de PVC e conectores para cano de 20 mm (cano de ½")
- Placas coletoras, feitas com placas de forro PVC
- Adesivo *Plexus* ou *Araldite* e esmalte sintético preto fosco
- Tubos de PVC e conectores para canos de 25 mm (cano de ¾")
- Reservatório, utilizando caixa d'água ou bombona plástica
- Isolante térmico, utilizando manta asfáltica ou 3TC (plástico laminado com isopor)
- Boia de ½" e pescador (feito com tubo flexível para elétrica e boia/isopor)
- Suporte de ferro para instalação do reservatório no telhado
- Misturador de água para instalação da água no chuveiro

Passos para construção:

1) Placas coletoras: realizamos um corte no cano PVC, de $\frac{3}{4}$ ", que seja do tamanho exato para o encaixe das placas de ferro. Os canos são encaixados nas duas extremidades da placa e depois são colados de forma que não ocorra vazamento. Após 24 horas as placas são pintadas com tinta esmalte sintético preto fosco. A figura 11 mostra o processo de montagem das placas.

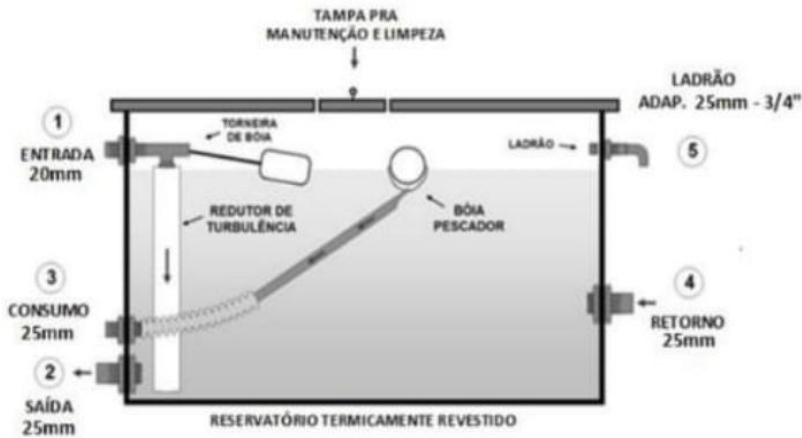
Figura 11 – corte no cano PVC, placa encaixada no PVC e placa pintada de preto



Fonte: acervo do Espaço Educacional Contraponto

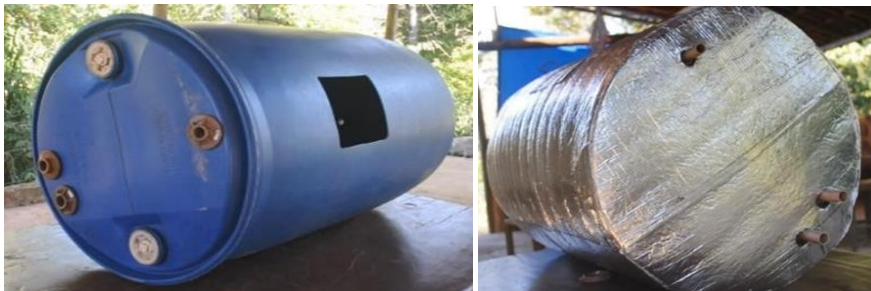
2) Reservatório: são feitos 5 furos, com serra copa, no reservatório, sendo dois de $\frac{1}{2}$ " e três de $\frac{3}{4}$ " e neles instalamos flanges. As de $\frac{1}{2}$ " serão para: instalar a água que abastecerá o reservatório, vindo de outra caixa de água ou diretamente da rua; instalar um ladrão. As flanges de $\frac{3}{4}$ " são para: instalar o cano de saída da água do reservatório para as placas; instalar o cano de entrada da água quente da placa para o reservatório; instalar o cano de saída de água quente para o chuveiro. O local de cada um destes furos deve ser feito com atenção. Na saída da água na boia, instalamos um cano para atuar como redutor de turbulência. Quando utilizamos bombonas (tambores), fazemos também corte para que se tenha acesso à parte interna do reservatório. Após a instalação das flanges, é feito o revestimento do tanque com o isolante térmico. As Figuras 12, 13, a seguir, elucidam esse processo.

Figura 12 – esquema do reservatório do ASBC



Fonte: retirado de Gama e Allain (2021, p.15)

Figura 13 – visão dos cortes e furos do reservatório do tanque revestido com isolante térmico



Fonte: acervo do Espaço Educacional Contraponto

3) Instalação: Instalamos primeiro o suporte do reservatório na parte mais alta do telhado. As placas devem estar de 1 m a no máximo 3 m de distância do reservatório. As placas são conectadas uma à outra por meio de uma luva e devem estar posicionadas voltadas para o Norte, local de maior incidência de raios solares. Elas são conectadas ao reservatório de forma que a água fria saia do reservatório e entre por um lado e na parte de baixo das placas, e a água aquecida por elas saia na parte de cima, pelo outro lado e vá até o reservatório. Do reservatório, a água quente sai pelo pescador e vai até o chuveiro, sendo acionada por um misturador. A Figura 14, a seguir, mostra o aquecedor já instalado no telhado.

Figura 14 – ASBC pronto e instalado no telhado

Fonte: acervo do Espaço Educacional Contraponto

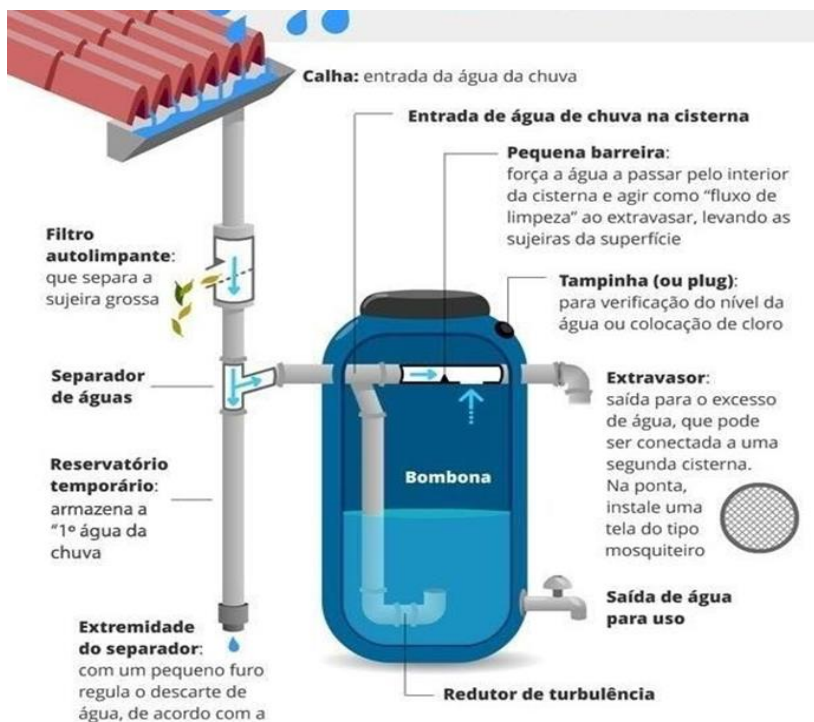
O Aquecedor Solar de Baixo Custo é uma tecnologia social que propicia economia de recursos financeiros, acesso a uma fonte energética ainda pouco utilizada e universalização de uma tecnologia ainda onerosa e restrita a uma classe social de maior poder aquisitivo. Ao se tornar um conhecimento de domínio público, com maior número de pessoas capazes para implementar a tecnologia, tem potencial de promover uma mudança nos padrões de consumo energético de nossa sociedade, o que é de fundamental importância no atual panorama de desequilíbrio ambiental.

2.4 Captação de água da chuva

Dados do relatório da UNICEF/OMS de 2019 demonstram a fragilidade do sistema de abastecimento mundial de água, uma vez que 35% da população mundial não possui acesso à água tratada e que 10 milhões de pessoas morrem anualmente em decorrência de doenças intestinais. No Brasil, de acordo com o relatório de 2020 da Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA), 85,5% das residências brasileiras recebem águas dos sistemas centrais de abastecimento, e destas, pelo menos uma em cada dez sofre com

falta de água semanalmente. O relatório da ANA alerta que nas últimas duas décadas, houve um aumento de 80% no consumo de água no Brasil, e que até 2030 estima mais 20% de aumento. Diante deste cenário, a captação e reaproveitamento da água de chuva é uma alternativa que garante abastecimento, economia na conta de água e redução da “pegada hídrica”. Esta água captada serve perfeitamente para a utilização nas residências, desde que não seja utilizada como água potável. Neste sistema, utilizamos o telhado como superfície de coleta da água, que é direcionada por meio de calhas para um reservatório, que pode ser construído utilizando bombas plásticas, caixa de águas ou cisternas construídas com a técnica de ferrocimento. A Figura 15, a seguir, elucida o processo construtivo deste sistema.

Figura 15 – Esquema representativo de um sistema de captação de água de chuva



Fonte: retirado de Calvão e Allain (2021, p.38)

Materiais necessários:

- Malha pop de tela 15x15 cm
- Vergalhão de bitola 4.2 mm
- Tela galvanizada de viveiro, de menor diâmetro possível
- Cimento e areia
- Arame recozido
- Encanamento e conectores

Cálculo para tamanho do tanque de captação:

O tamanho do tanque dependerá de alguns fatores: tamanho da família e demanda por água; tamanho do telhado e sua capacidade de captar a chuva; índice de chuvas na região onde o tanque será construído.

Passos para construção:

- 1) Nivеле bem a área onde construirá o tanque e faça um contrapiso. Trace uma circunferência do tamanho que será o diâmetro do tanque. No círculo traçado você pode fixar barras de vergalhão na vertical ou utilizar a malha pop na horizontal, pois isso servirá para fixar a malha que formará as paredes do tanque.
- 2) Amarre a malha pop na base da circunferência, e no meio dela amarre uma cinta, com mais um vergalhão, para dar resistência. Na malha, fixe a tela galvanizada, utilizando os arames; isso irá reduzir os espaços que serão preenchidos pelo cimento e garantir sua aderência. Separadamente, calculamos e construímos a tampa do reservatório, que deve ter espaço suficiente para que uma pessoa entre no tanque e faça a limpeza quando for necessário (Figura 16).

Figura 16 – Marcação da circunferência do tanque, confecção da malha pop e fixação da tela galvanizada



Fonte: Calvão e Allain (2021, p. 39)

3) Antes de rebocar o tanque, fazemos toda a instalação hidráulica, deixando os canos já fixados com arames, que serão embutidos no sistema com cimento. O primeiro passo é fazer a instalação das calhas no telhado. Elas deságuam em um tubo de 100”, onde devemos instalar um filtro para retirar os materiais que forem trazidos pela chuva. Esse cano entra na parte superior do tanque e nele instalamos um redutor de turbulência, na parte interna. Na outra extremidade do tanque, na parte inferior, instalamos um registro que é utilizado para esvaziar todo o reservatório no momento da lavagem, e também uma torneira (Figura 17). No limite superior do tanque, do lado contrário ao da entrada da água do telhado, instalamos um ladrão que será responsável por retirar a água depois que o reservatório estiver cheio (Figura 18).

Figura17 – Instalação das conexões hidráulicas: tubos conectados na calha (à esquerda) e no tanque (direita acima); registros conectados no tanque (direita abaixo)



Fonte: Calvão e Allain (2021, p.39)

Figura18 – Instalação hidráulica: conexão do tubo vindo da calha ao tanque



Fonte: Calvão e Allain (2021, p.39)

4) Utilizando um material flexível (por exemplo, um balde de margarina de 5L aberto), fazemos um suporte para aparar a massa de cimento na parte de dentro, enquanto alguém reboca as paredes pelo lado de fora. Após as paredes externas secarem, rebocamos a parte interna do tanque e cobrimos todos os buracos. Após a secagem completa, fazemos uma massa de cimento bem mole (como se fosse uma tinta) e passamos por todo o tanque para selar qualquer buraco que possa ter ficado. Fazemos o mesmo processo com a tampa e depois a colocamos no lugar e a selamos, deixando apenas a abertura para entrada da pessoa livre, sem fixação. O ideal é que o tanque seja pintado, de preferência com tinta impermeável (Figura 19).

Figura 19 – Cobertura do tanque e da tampa com cimento e finalização com a pintura



Fonte: retirado de Calvão e Allain (2021, p. 40)

As vantagens da captação e reutilização da água de chuva tornam esta uma tecnologia social recomendada pelos adeptos da Permacultura. Isso devido ao fato dela proporcionar a redução do consumo, da demanda e dependência de água do sistema tradicional de abastecimento, além de diminuir os gastos e propiciar a utilização de água sem resíduos químicos. Indicam também a utilização dos tanques de ferrocimento como reservatório, pois eles reduzem os custos do sistema e possibilitam a construção de um reservatório com tamanho adaptado à demanda local.

2.4 Biodigestor

A gestão dos resíduos sólidos é um tópico que requer atenção especial, tendo em vista o impacto causado no equilíbrio dos ecossistemas naturais. De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos, de 2019, estima-se que na última década o país gerou 19% mais resíduos e cerca de 29 milhões de toneladas por ano foram destinadas inadequadamente em lixões a céu aberto. De acordo com o Instituto de Pesquisa Aplicada (IPEA), em comunicado sobre o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, mais de 180 mil toneladas de resíduos foram coletadas em todo Brasil em 2012. E apesar da coleta existir em 98% das residências urbanas, abrange apenas 33% das moradias situadas na zona rural.

Outro dado importante deste relatório do IPEA é que mais de 50% destes resíduos gerados são de matéria orgânica e outros 30% são resíduos recicláveis. Assim sendo, com a implementação da separação dos resíduos nas residências e posterior coleta e destinação adequada de resíduos, seria possível solucionar este problema ambiental. Existem tecnologias que poderiam tornar mais eficiente e simplificada esta gestão da parte orgânica dos resíduos gerados em uma residência, como por exemplo, as composteiras domésticas e os biodigestores.

O biodigestor é uma tecnologia composta por uma câmara fechada, que ao ser abastecida com matéria orgânica, promove a degradação da biomassa por meio de um processo de fermentação anaeróbica. Como produtos finais dessa fermentação, são gerados um composto - que será utilizado como

adubo - e biogás- que pode servir para cozinha ou para iluminação da residência. Em um contexto de crise energética como a presenciada atualmente, este é outro motivo para a utilização desta tecnologia, além da destinação ambientalmente correta dos resíduos.

Os resíduos gerados pela pecuária, os excrementos dos animais, também podem ser tratados e reaproveitados em um biodigestor. Estima-se que o esterco de quatro vacas é capaz de produzir, por dia, gás suficiente para iluminar uma casa com até oito moradores, além de gerar fertilizante para adubar meio hectare de terra. Até mesmo os excrementos humanos podem ser utilizados nos biodigestores, que tem diversos benefícios, como por exemplo, a produção de calor, luz, fertilizantes, além de proporcionar maior limpeza e higiene ao ambiente.

Existem diversos modelos de biodigestores, que serão melhor abordados na fundamentação teórica das situações de estudo presentes no capítulo final deste livro. Alguns dos modelos mais comuns são: o modelo indiano, que foi adaptado no Brasil e implementado pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) no semiárido brasileiro; o modelo chinês, em que o tanque de fermentação é feito de alvenaria; o modelo canadense, que foi desenvolvido pela Marinha brasileira em 1970 e possui um gasômetro inflável, além da câmara de digestão. Mais adiante, exemplificaremos o processo construtivo de um biodigestor caseiro, que pode ser facilmente construído e que necessita de poucos materiais para sua implementação. Na Figura 20, a seguir, elucidamos o processo construtivo deste sistema.

Figura 20 – esquema representativo do biodigestor caseiro



Fonte: adaptado de Fonseca *et al.* (2019)

Materiais necessários:

- Bombona plástica de 250L
- 2 Flanges de PVC de 20mm e 2 de 25mm
- 2 registros de PVC soldáveis de 20mm e 1 de 25mm
- 1 registros de PVC rosqueável de 20mm
- 1 Cotovelo de PVC de 90 graus de 20mm e 1 de 25mm
- 1 Adaptador de PVC soldável de 20mm e 4 de 25mm
- 1 adaptador de PVC de rosca de 20mm
- 1 Tê de 90 graus de PVC de 20mm e 2 de 25mm
- 1 cruzeta galvanizada de 3/4"
- 1 união soldável de PVC de 20mm
- 1 niple duplo de PVC com rosca de 25mm
- 1 tubo de PVC de 20mm e 1 de 25mm
- 4 metros de mangueira transparente de 1/8"
- 2 espigão de 1/8"
- 2 Caps PVC de 25mm
- 4 chapas de aço galvanizado de 50 x 80 mm

- Cola de silicone e cola para tubos de PV
- 2 m de tubo de PVC 520 mm
- 1m de tubo de PVC 620 mm
- 2m tubo de PVC de 200 mm
- 1m tubo de PVC 80 mm

Passo a passo para construção:

1) Lave a bombona e faça 4 furos: 1 de 25 mm no meio da tampa, 1 de 20 mm na lateral superior ao lado da tampa e 2 de 20 mm na lateral superior e inferior da bombona.

Figura 21 – Local dos 2 furos no meio e na lateral da tampa



Fonte: retirado de Metz (2013)

Figura 22 – Local dos 2 furos na lateral superior e inferior da Bombona



Fonte: retirado de Metz (2013)

2) Para fazer o misturador, conecte um adaptador em cada extremidade do tubo de 520 mm. No tubo de 620 mm e em dois tubos de 200 mm, conecte um adaptador em uma das extremidades dos tubos. Na outra extremidade dos 4 tubos de 200 mm, conecte fendas para encaixar e fixar chapas galvanizadas. Faça um tê com 2 tubos de 200mm na lateral e uma extremidade do tubo de 520mm na parte central. Rosqueie a outra extremidade do tubo de 520 mm na cruzeta. No lado oposto dessa conexão da cruzeta, conecte a extremidade do tubo de 620 mm, formando um eixo de rotação. Rosqueie os outros 2 tubos de 200 mm nas laterais da cruzeta. Lembre-se de deixar esse braço central alinhado com o braço inferior.

Figura 23 – Misturador desmontado



Fonte: Metz (2013)

Figura 24 – Misturador montado



Fonte: Metz (2013)

4) Para montar a parte superior do misturador, conecte um flange no tubo de 620 mm e acople-o na tampa da bombona. Faça uma manivela, para rotação do misturador, com tubos de PVC e conectores.

Figura 25 – Tubo de 620mm com flange



Fonte: Metz (2013)

Figura 26 – misturador acoplado



Fonte: Metz (2013)

Figura 27 – manivela



Fonte: Metz (2013)

5) O furo do dreno inferior deve estar a 125 mm e o superior a 450 mm do fundo da bombona. Conecte um flange e um registro esfera de 20 mm na parte do dreno superior. Para conectar esse registro, cole, com cola para PVC, um niple de 20 mm feito com tubo de PVC. No furo do dreno inferior conecte um flange e um registro esfera de 25 mm de diâmetro. Cole um niple duplo, de tubo de PVC de 25 mm, para conectar esse registro.

Figura 28 – Flanges superior e inferior



Fonte: Metz (2013)

Figura 29 – Registros superior e inferior



Fonte: Metz (2013)

6) Para fazer o dreno de saída de gás, conecte um flange com adaptador no furo feito na lateral da tampa da bombona. Em seguida encaixe um cotovelo, uma união soldável 20 mm e um tê de 20 mm. Na parte central do tê, acople um registro soldável de 20 mm, um adaptador fêmea e um espigão macho de 20 mm para mangueira de 1/8". Na extremidade do tê, sem conexão, conecte um adaptador roscado, um niple, um registro roscado e outro espigão com rosca 3/4" para mangueira de 1/8".

Figura 30 – Dreno da saída de gás



Fonte: Metz (2013)

7) Para fazer o manômetro, conecte a mangueira de 4m no espigão acoplado no registro soldável, localizado na vertical do dreno de saída de gás. Fixe a mangueira, em formato de U, em um suporte de madeira que ficará ao lado do biodigestor. A outra extremidade da mangueira deve estar fixada nesse suporte. Depois de montado, adicione a matéria orgânica misturada com água no biodigestor e deixe-o vedado em um local arejado.

Figura 31 – Biodigestor montado



Fonte: Metz (2013)

O Biodigestor é considerado uma tecnologia social devido aos enormes benefícios que proporciona na destinação adequada de resíduos orgânicos e na produção de biofertilizante e gás natural. Este e os demais sistemas abordados neste capítulo são técnicas acessíveis a todos, em função do uso de materiais de baixo custo e da universalização dos conhecimentos, a partir da propagação dos procedimentos técnicos e da reconstrução coletiva dos saberes que resultam na readequação do modo de vida dos envolvidos.

Acreditamos que uma das formas mais potentes de propagação destes conhecimentos é a educação. Por este motivo, a Parte II deste livro, a seguir, tem o objetivo de apontar possibilidades de aproximação da Permacultura com as práticas escolares.

Referências

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Relatório de Gestão** – exercício 2020. Belo Horizonte, jan. 2021. Disponível em: <https://bit.ly/39tooVe>. Acesso em 03 de mar. 2022.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Relatório do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. 2018. Disponível em: <https://snis.gov.br/painel-informacoes-sanemaneto-brasil/web/>. Acesso em 12 fev. 2022.

CALVÃO, A. L.; ALLAIN, L. R. **Ecotecnologias Sociais**. 1. ed. Diamantina, Minas Gerais: UFVJM, 2021. 48 p. ISBN 978-65-87258-56-0. Disponível em: <https://bit.ly/3k360LD>. Acesso em: 18 jan. 2022.

FONSECA, L. S.; NARESSI, B. M.; BERNARDES, A. F. A.; LEMOS, D. A.; CABRAL, B. V. Avaliação de mudas de *Ophiopogon japonicus* frente à aplicação de biofertilizante e fertilizante organomineral. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Uberlândia, Minas Gerais. **Anais [...]** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3KvFu4L>. Acesso em 2 de mar. 2022.

GAMA, B.S.; ALLAIN, L.R. **Manual de montagem e instalação**: aquecedor solar de baixo custo – ASBC. 1. ed. Diamantina, Minas Gerais: UFVJM, 2021. 48 p. ISBN 978-65-87258-56-0. Disponível em: <https://bit.ly/3s2HzOW>. Acesso em: 18 fev. 2022.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Relatório de Pesquisa do IPEA – **Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos**. 2012. Disponível em: <https://bit.ly/3y33WYl>. Acesso em 03 de mar. 2022.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do saneamento 2020**. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/pt/estudos/estudos-itb/itb/ranking-do-saneamento-2020>. Acesso em 12 de fev. 2022.

METZ, H. **Construção de um biodigestor caseiro para demonstração de produção de biogás e biofertilizante em escolas situadas em meios urbanos**. 2013. Monografia (Pós-graduação em Formas Alternativas de Energia) - Universidade Federal de Lavras. 2013. Disponível em: <https://bit.ly/3MGEgou>. Acesso em 02 de mar. 2022.

MINAS GERAIS. Ministério de Minas e Energia. **Resenha Energética Brasileira**. 2019. Edição de 20 maio. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/37Uzozo>. Acesso em 7 de mar. 2022.

ONU- Organização das Nações Unidas. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos Recursos Hídricos**. 2021. Disponível em <https://materiais.pactoglobal.org.br/valor-daa-gua-fatos-e-dados>. Acesso em 12 de fev. 2022.

United Nations Children's Fund- UNICEF- World Health Organization- WHO- **Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2000-2017: Special focus on inequalities**. 2019. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/1-em-cada-3-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-agua-potavel-dizem-unicef-oms>. Acesso em 7 de mar. 2022.

VIEIRA, I. **Bacia de evapotranspiração**. Criciúma: Sete lombas, 2010. Disponível em: <https://bit.ly/3LLGXp3>. Acesso em: 22 fev. 2022.

PARTE II

PERMACULTURA NA ESCOLA: DIÁLOGOS COM A BNCC, INTERDISCI- PLINARIDADE, ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E METODOLOGIAS ATIVAS

Capítulo 3. Aproximações e contrapon- tos entre a Permacultura e a Base Naci- onal Comum Curricular (BNCC)

Maíra Figueiredo Goulart

Samara Cristina Amorim

Anna Clara de Oliveira Rodrigues

Luciana Resende Allain

A REALIZAÇÃO de práticas de Permacultura nas escolas é relativamente recente no Brasil. Os resultados de um levantamento nas bases de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), do Portal CAPES e Google Acadêmico, realizado por Silva (2020), revelou que nos últimos 20 anos foram publicados pouco mais de 30 trabalhos, entre artigos, teses, dissertações e monografias, sendo a maioria deles relacionados ao campo da Educação Ambiental, seguida do Ensino de Ciências Naturais. Silva (2020) relata várias possibilidades interessantes de explorar as práticas permaculturais na escola, e algumas delas conheceremos no próximo capítulo. No entanto, a autora destaca que a Permacultura ainda é uma novidade para os professores e sua inserção efetiva nas escolas demanda sua inclusão no Projeto Político Pedagógico (PPP), o que esbarra em dificuldades como o envolvimento de toda a escola e a falta de tempo para realizar as práticas de forma permanente. Há também uma preocupação, por parte dos professores, em cumprir os conteúdos e atender às diretrizes curriculares oficiais. Desta forma, neste capítulo exploraremos limitações e possibilidades de incluir a Permacultura no currículo escolar, a partir do diálogo com as diretrizes vigentes.

Nos últimos anos, estive em discussão no Brasil a BNCC – Base Nacional Comum Curricular, documento que traz um conjunto de diretrizes que direciona a elaboração dos currículos do ensino básico em todo país, seja ele

público ou privado (BRASIL, 2017). A elaboração da BNCC se deu em meio a disputas e controvérsias, e, de maneira geral, sua aprovação em 2017 para o ensino fundamental e em 2018 para o ensino médio, não foi comemorada por representantes de correntes mais progressistas do campo educacional. As críticas à BNCC são principalmente pautadas no pouco envolvimento dos setores populares e da reduzida acolhida das ideias e sugestões de movimentos de educadores e da academia (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Neste capítulo buscamos contribuir com a discussão, apresentando e criticando a lacuna na BNCC quanto à Educação Ambiental, pois consideramos que esta é a matriz da Permacultura, especialmente na educação formal e não formal. No entanto, também buscamos desvelar oportunidades de integrar a Permacultura e as suas tecnologias sociais com o ensino de Ciências Naturais, numa perspectiva interdisciplinar, pois acreditamos que é possível praticar uma Educação Ambiental crítica e reflexiva, que contribua efetivamente na formação básica dos estudantes, mesmo quando esta é regida por um currículo rígido e tradicional.

3.1 Tensões em torno da Base Nacional Comum Curricular

Críticas ao estabelecimento de diretrizes curriculares, de forma generalizada, para um público tão amplo e diversificado não são uma novidade. Paulo Freire, por exemplo, nos convida a refletir: quem determina os conteúdos, a favor de quem, contra quem... A escolha dos conteúdos curriculares é de natureza política, sendo fundamental que seja uma escolha democrática e baseada na leitura crítica da realidade em questão. No caso da BNCC, a escolha democrática não ocorreu, pois as audiências públicas que precederam sua aprovação não foram suficientes para colocar todos os temas em debate e discussão ampla e coletiva (AGUIAR, 2018). Tão pouco foram valorizadas as diversas realidades de um Brasil tão amplo, já que a proposta é justamente de busca pela uniformização da educação.

O argumento por trás da uniformização da educação é a promoção da igualdade de oportunidades ao garantir que todas as etapas e metas da educação sejam equivalentes e respeitadas em todas as escolas brasileiras. Porém a

desigualdade no sistema não é causada por falta de currículo, diretrizes e normatizações e sim, de acordo com Lopes (2018), pela “falta de investimento diferenciado na carreira do professor e nas condições de trabalho nas escolas, nas condições de vida das famílias e nas condições de estudo dos alunos e alunas” (LOPES, 2018, p.25). Portanto, mais que de um currículo uniforme, há necessidade de políticas públicas que de fato garantam o acesso, a permanência e o êxito dos alunos, bem como ofereçam melhores condições de trabalho aos professores, para fazer valer as premissas estabelecidas pela BNCC (BRANCO *et al.*, 2019).

Na ausência das políticas públicas sérias e comprometidas, fica claro que a BNCC foi feita para estipular normas, cumprir metas, demandas e interesses políticos (AGUIAR, 2018). Oliveira e colaboradores (2019) denunciam:

Pode-se entender a BNCC como a consolidação de um processo de homogeneização e controle, de ratificação e disseminação do conhecimento eurocentrado, hegemônico e colonial, pelo menos no seu aspecto geral (OLIVEIRA *et al.*, 2019, p.126).

Cabe pontuar que essas críticas versam sobre a BNCC, seu processo de elaboração e seu resultado final, e não a toda e qualquer proposta de currículo comum. Pode ser interessante propostas que tragam direcionamentos gerais aos professores, mas que indiquem oportunidades claras e objetivas de adequações e inserções que englobam a realidade local de cada instituição, legitimando a heterogeneidade que o país apresenta e representa, para as pessoas e as comunidades. Aguiar (2018) sugere que isso seja feito por meio de “marcos de referência” que representem as concepções, as utopias, os sonhos, os princípios educacionais desejados e definidos coletivamente.

3.2 Educação Ambiental formal e a Base Nacional Comum Curricular

A Educação Ambiental passou a ser mencionada na legislação ambiental e educacional brasileira na década de 1980, mas, de forma explícita, a obrigatoriedade da sua incorporação no âmbito formal de ensino só se deu em 1999 com a Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999). Nesta lei

federal, Educação Ambiental é definida como processos por meio dos quais indivíduo e coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para conservação do ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e à sua sustentabilidade (BRASIL, 1999). Esse é, no entanto, um conceito por trás do qual há uma grande diversidade de práticas, métodos e intencionalidades pedagógicas, que têm sido analisadas e categorizadas por diversos autores (por exemplo: LAYRARGUES, 2012).

As práticas de Educação Ambiental nomeadas conservadoras ainda são as mais frequentes no âmbito escolar e se mostram despolitizadas, acríticas, ingênuas e naturalistas (BRASIL, 2012). Em resposta a este cenário, em 2012 foram aprovadas as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (BRASIL, 2012) que especificam:

Educação Ambiental envolve o entendimento de uma educação cidadã, responsável, crítica, participativa, em que cada sujeito aprende com conhecimentos científicos e com o reconhecimento dos saberes tradicionais, possibilitando a tomada de decisões transformadoras, a partir do meio ambiente natural ou construído no qual as pessoas se integram. A Educação Ambiental avança na construção de uma cidadania responsável voltada para culturas de sustentabilidade socioambiental. (BRASIL, 2012, p. 1)

Estas Diretrizes Curriculares estão alinhadas à uma prática da Educação Ambiental dita Crítica, que compreende a problemática ambiental em toda sua complexidade, fundamentada na indissociabilidade entre questões ambientais e sociais (LOUREIRO, 2007). A Educação Ambiental Crítica traz a problematização da realidade, dos nossos valores, atitudes, comportamentos e propõe o enfrentamento político das desigualdades e injustiças, por meio de práticas dialógicas que respeitam a pluralidade e articulam saberes e fazeres (LOUREIRO, 2007; LAYRARGUES, 2012).

Diante da obrigatoriedade da inserção da Educação Ambiental na educação formal (BRASIL, 1999) e da necessidade de que seja realizada por meio de práticas críticas, reflexivas e dialógicas (BRASIL, 2012), a abordagem superficial da Educação Ambiental na BNCC foi um retrocesso denunciado

por diversos autores (por exemplo: SANTINELO *et al.*, 2016, ANDRADE; NEVES; PICCININI, 2017; WUTZKI; TONSO, 2017; BEHREND *et al.*, 2018; SILVA; LOUREIRO, 2019, OLIVEIRA; NEIMAN, 2020). Na BNCC, o termo Educação Ambiental aparece uma única vez no texto de 600 páginas, no trecho introdutório do documento, onde é apresentada como mais um dos temas contemporâneos que devem ser incorporados aos currículos. A BNCC não fornece informações sobre como a Educação Ambiental será compreendida, apropriada, articulada e materializada nas interações em sala de aula (SILVA; LOUREIRO, 2019), deixando a cargo e responsabilidade do professor se reinventar e lembrar que é necessário e obrigatório desenvolver Educação Ambiental (BEHREND *et al.* 2018).

Behrend e colaboradores (2018) trazem como reflexão que o ocultamento da Educação Ambiental na BNCC é intencional e uma escolha política centrada no afastamento crítico da educação das questões próximas ao cotidiano socioambiental das escolas. Quando a Educação Ambiental está presente de forma crítica, ela tem relevante papel político-pedagógico, que problematiza as relações sociais vigentes e questiona o sucateamento da educação, a alienação dos trabalhadores, a exploração do ser humano e dos recursos naturais (BEHREND *et al.* 2018).

3.3 Ensino de Ciências e a Base Nacional Comum Curricular

Assim como para Educação Ambiental, para o ensino de Ciências há também muitos trabalhos que denunciam as fragilidades e as intencionalidades da BNCC (SBEnBio, 2015; PICCININI; ANDRADE, 2018; BATISTA; BEZERRA, 2020). Autores como Piccinini e Andrade (2018) fizeram uma análise histórica das versões iniciais da BNCC até a versão aprovada e verificaram que, quanto ao conteúdo de Ciências da Natureza para os anos finais do Ensino Fundamental, houve cortes, discriminação, fragmentação e ambição nas competências específicas. A versão aprovada da BNCC é contraditória, muitos trechos trazem anseios para que se tenha uma educação próspera, com uma organização única de conteúdos e habilidades, justificadas como eficientes

para suprir as necessidades das escolas e dos educadores. No entanto, o que a BNCC entrega às escolas são habilidades apresentadas de forma simplista, desconexas, engessadas, fragmentadas e conservadoras (PICCININI; ANDRADE, 2018).

Já para o Ensino Médio, a BNCC traz uma proposta controversa de formação geral básica associada a um itinerário formativo flexível que pode ser melhor compreendida na pesquisa de Lopes (2018). A formação geral do Ensino Médio está organizada em quatro áreas do conhecimento sendo Ciências da Natureza e suas Tecnologias uma delas. Assim como para o Ensino Fundamental, também no Ensino Médio contradições são percebidas na BNCC, que traz evidente defesa da importância do ensino de Ciências para a formação integral acompanhada de diretrizes que o flexibilizam a ponto de não haver garantias da sua permanência ou efetividade. Novamente, as tensões e intenções por trás disso precisam ser analisadas do ponto de vista político e histórico (LOPES, 2018; FRANCO; MUNFORD, 2018).

3.4 Oportunidades reveladas

Sabemos que a BNCC é uma diretriz curricular, e conforme a legislação, a base comum deve ser complementada em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, de acordo com as características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (BRASIL, 1996). Este não é um caminho isento de desafios. Como bem colocado por Batista e Bezerra (2020), embora a BNCC não tenha como propósito prescrever padrões a serem reproduzidos fielmente em todas as escolas, ela traz alterações no discurso pedagógico e cultura escolar que dificultam adaptações temáticas e de métodos de acordo com a cultura local. Esses autores concluem sua análise da BNCC ressaltando a importância da formação de professores para que esse seja um processo bem sucedido. Aqui damos nossa contribuição, apresentando oportunidades do desenvolvimento da Educação Ambiental e de um ensino de Ciências de forma crítica e reflexiva.

As oportunidades são amparadas pelas competências gerais apresentadas pela BNCC que, segundo a própria, são as finalidades da Educação Básica, a indicação do que os alunos devem “saber” e, sobretudo, do que devem “saber fazer”. Dentre as competências, é mencionada a valorização da diversidade de saberes e vivências culturais, o respeito e promoção dos direitos humanos, a consciência socioambiental, o consumo responsável e o posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (BRASIL, 2017).

As oportunidades também são amparadas pelas diretrizes que a BNCC traz para a área de conhecimento Ciências da Natureza:

Portanto, ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. Em outras palavras, aprender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania. [...] Espera-se, desse modo, possibilitar que esses alunos tenham um novo olhar sobre o mundo que os cerca, como também façam escolhas e intervenções conscientes e pautadas nos princípios da sustentabilidade e do bem comum (BRASIL, 2017, p. 317).

Pode-se entender, portanto, que o ensino de Ciências não está ligado apenas à assimilação de conteúdos, mas sim ao desenvolvimento da capacidade de reflexão, criticidade e ação do indivíduo na resolução de problemas sociais, individuais e ambientais.

Ainda que pontualmente, espaço ao diálogo de saberes é dado na descrição da área de conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias para a etapa do Ensino Médio:

Cabe considerar e valorizar, também, diferentes cosmovisões – que englobam conhecimentos e saberes de povos e comunidades tradicionais –, reconhecendo que não são pautadas nos parâmetros teórico-metodológicos das ciências ocidentais, pois implicam sensibilidades outras que não separam a natureza da compreensão mais complexa da relação homem-natureza. (BRASIL, 2017, p. 320).

Naturalmente, orientações sem detalhamentos e sem políticas públicas associadas não garantem exequibilidade, no entanto, apontam para potencialidades, nas entrelinhas da BNCC, da aproximação com a Educação Ambiental Crítica.

Oliveira *et al.* (2019) mostram que diante da crise da educação, urge novas formas de pensar e agir, e enfatizam a importância de adotarmos a interculturalidade crítica. Essa expressão tem sido usada nos últimos anos para definir um processo que além de valorizar as diversas culturas e formas de saber, ser e existir, também busca combater assimetrias de poder (OLIVEIRA *et al.*, 2019; WALSH, 2012). Isso a distingue da interculturalidade nomeada por estes autores de “funcional” que permeia as políticas e diretrizes educacionais desde a década de 90 e que permanecem presentes na BNCC. Na interculturalidade funcional há reconhecimento e até mesmo valorização e respeito às diferenças, ou seja, assimetrias de poder podem até ser constatadas, mas ênfase nunca é dada no seu combate efetivo (OLIVEIRA *et al.*, 2019; WALSH, 2012).

A interculturalidade crítica leva à reflexão de que o mundo não deve ser compreendido apenas sob a ótica eurocêntrica, colonialista e homogeneizadora e, num movimento decolonial, contribuem para um Ensino de Ciências e para uma Educação Ambiental pautados na formação de sujeitos críticos e reflexivos quanto à sua realidade. O movimento decolonial reconhece que a natureza como objeto a ser dominado, apropriado, explorado e espoliado é uma visão difundida pela colonialidade a partir de sociedades capitalistas, mas não é a única visão existente no mundo. O movimento decolonial culmina na reflexão de que é necessário resgatar modos de vida e saberes ecológicos que não subjugam a natureza (MENEZES *et al.*, 2019).

Como vimos no capítulo 1 deste livro, a Permacultura leva em conta, de forma simétrica, os saberes dos povos originários (como indígenas, quilombolas, camponeses e outros) e também os conhecimentos científicos de diversos campos (como a agronomia, ecologia, arquitetura, engenharia e outros). De fato, muitas práticas permaculturais e também suas tecnologias sociais se originaram do aperfeiçoamento destes saberes já consagrados pela tradição, em diálogo com os conhecimentos científicos. Ao promover o diálogo intercultural é

possível construir uma nova perspectiva mais holística e plural em que todos os sujeitos socioculturais sejam reconhecidos como atores sociais e produtores de conhecimento (CANDAU, 2020). Portanto, a Permacultura legitima a interculturalidade crítica e tem potencialidade para subsidiar propostas educativas decoloniais que contribuam para uma Educação Ambiental efetiva. Neste sentido, apresentamos e discutimos em seguida algumas possibilidades de aproximação entre as diretrizes da BNCC para o ensino de Ciências, a Educação Ambiental e a Permacultura.

3.5 Possibilidades de inserção da Permacultura no Ensino Fundamental

A BNCC para o Ensino Fundamental está organizada em áreas de conhecimento, dentro das quais estão os componentes curriculares. Por exemplo, dentro da área de conhecimento Ciências da Natureza está o componente curricular Ciências. Para orientar os currículos de Ciências, a BNCC apresenta oito competências específicas da área de conhecimento para o Ensino Fundamental. Estas competências transitam entre compreender fenômenos e processos do mundo natural e os procedimentos da investigação científica (o texto completo está em BRASIL, 2017, p. 320). Buscando oportunidades de aproximação com a Educação Ambiental e a Permacultura, enfatizamos as competências:

1. Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico. [...]
4. Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.
5. Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que respeitem e promovam a consciência socioambiental e o respeito a si próprio e ao outro, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza. [...]
8. Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da

Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários. (BRASIL, 2017, p. 320).

A BNCC apresenta três unidades temáticas para o currículo de Ciências no Ensino Fundamental: Matéria e Energia, Vida e Evolução, Terra e Universo. Para cada ano escolar, as unidades temáticas são detalhadas em objetos de conhecimento (como conteúdos, conceitos e processos) e também habilidades. Para Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental, um total de 63 habilidades são apresentadas (entre 14 e 17 habilidades por ano, desde o 6º ao 9º). Ao debruçar sobre a descrição que a BNCC traz dessas habilidades, percebe-se que não há menção direta à Permacultura, à interculturalidade e nem à Educação Ambiental, no entanto, diversas oportunidades de articulação são reconhecidas. Apresentamos no Quadro 1 uma seleção dessas habilidades, bem como princípios e domínios da Permacultura relacionados.

Quadro 1— Unidades temáticas com suas respectivas habilidades descritas na BNCC para o currículo de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental, bem como princípios e domínios da Permacultura relacionados

Ano escolar	Unidade Temática	Habilidades	Princípios e domínios da Permacultura
6º ano	Matéria e Energia	(EF06CI04)* Associar a produção de medicamentos e outros materiais sintéticos ao desenvolvimento científico e tecnológico, reconhecendo benefícios e avaliando impactos socioambientais.	Saúde e bem estar
	Vida e Evolução	(EF06CI11) Identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera) e suas principais características.	Observação dos padrões da natureza Manejo da terra e natureza
	Terra e Universo	(EF06CI14) Inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em diferentes períodos do ano são uma evidência dos movimentos relativos entre a Terra e o Sol, que podem ser explicados por meio dos movimentos de rotação e translação da Terra e da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol.	Observação dos padrões da natureza Ferramentas e tecnologias

			Uso de soluções pequenas e lentas
		(EFo7Cl03) Utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (garrafa térmica, coletor solar etc.) e/ou construir soluções tecnológicas a partir desse conhecimento.	Ferramentas e tecnologias Uso de soluções pequenas e lentas
	Matéria e Energia	(EFo7Cl05) 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.	Evitar desperdícios Obter rendimentos
		(EFo7Cl06) 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).	Economia e Finanças
7º ano			
	Vida e Evolução	(EFo7Cl07) Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à temperatura etc., correlacionando essas características à flora e fauna específicas.	Usar e valorizar a biodiversidade
		(EFo7Cl11) Analisar historicamente o uso da tecnologia, incluindo a digital, nas diferentes dimensões da vida humana, considerando indicadores ambientais e de qualidade de vida.	Ferramentas e tecnologias
	Terra e Universo	(EFo7Cl13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.	Cuidar da Terra Cuidar das pessoas Compartilhar excedentes
8º ano	Matéria e Energia	(EFo8Cl01) Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades. (EFo8Cl05) Propor ações coletivas para otimizar o uso de energia elétrica em sua escola e/ou comunidade, com base na seleção de equipamentos segundo critérios de sustentabilidade (consumo de energia e	Observar e interagir Captar e armazenar energia

9º ano		eficiência energética) e hábitos de consumo responsável. (EF08CI06) Discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa ou escola.	
	Terra e Universo	(EF08CI12) Justificar, por meio da construção de modelos e da observação da Lua no céu, a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua.	Observar e interagir
	Vida e Evolução	(EF09CI12) Justificar a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais), as populações humanas e as atividades a eles relacionados. (EF09CI13) Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem sucedidas.	Usar e valorizar a biodiversidade Interagir e agregar Posse da Terra e governança comunitária
	Terra e Universo	(EF09CI15) Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.).	Observar e interagir Manejo da terra e da natureza

* o código alfanumérico que precede a descrição da habilidade é uma notação contida na BNCC cuja composição, neste caso, indica: EF = Ensino Fundamental, 06 = 6º ano, CI = Ciências, 04 = posição da habilidade na numeração sequencial (BNCC, 2017, p. 30).

Fonte: elaborado pelas autoras.

No Quadro 1, os princípios e domínios da Permacultura relacionados ao currículo de Ciências referem-se aos princípios éticos e de *design* da Permacultura, fundamentos formulados por seus criadores (HOLMGREN, 2007), descritos e discutidos no capítulo 1 deste livro. Importante enfatizar que no Quadro 1 não há pretensão de apresentar toda e qualquer possível abordagem da Permacultura vinculada ao ensino de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental, mas sim de apresentar potencialidades, dentre elas, algumas são detalhadas e discutidas a seguir.

No 6º ano, a BNCC apresenta a habilidade de associar a produção de medicamentos e outros materiais sintéticos ao desenvolvimento científico e tecnológico, reconhecendo benefícios e avaliando impactos socioambientais (EF06CIO4), temática que se relaciona à pétala da Flor da Permacultura: “saúde e bem estar”. Esta habilidade nos remete aos avanços biomédicos e biotecnológicos, mas também nos coloca diante da possibilidade de abordar a cultura local, valorizando o conhecimento popular das plantas medicinais, como por exemplo, das raizeiras. Fazer a correlação entre a produção de remédios caseiros, fitoterápicos e remédios industrializados, demonstra a importância do conhecimento popular para indústria farmacêutica, assim como os possíveis impactos causados ao meio ambiente e na vida das pessoas pela produção, comercialização e uso desses medicamentos.

Ainda no 6º ano, está presente a habilidade de identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (EF06CI11). Nela cabe abordar os diversos tipos de solos, o tempo de formação, a sua viabilidade, o desgaste e degradação causados pelo uso indiscriminado. Associado à Permacultura, há possibilidade de ir além, discutindo manejo inteligente e consciente de solos, como o da agricultura orgânica e biodinâmica, agroextrativismo e agroflorestas. Relacionado ao tema, está também a habilidade de compreender movimentos de rotação e translação da Terra (EF06CI14), que possibilita uma discussão sobre como o conhecimento das estações do ano é fundamental para o cultivo de alimentos. Isto nos aproxima do conceito de agroecologia e como o uso de soluções pequenas e lentas, prescrito pela Permacultura, podem trazer benefícios duradouros.

No currículo de Ciências do 7º ano, em todas unidades temáticas há possibilidade de relacionar as habilidades descritas na BNCC e os princípios éticos da Permacultura, favorecendo o desenvolvimento de uma interlocução mais contínua e permanente. O currículo de Ciências do 8º ano é especialmente convidativo para o desenvolvimento de experiências práticas das tecnologias sociais da Permacultura relacionadas à captação e armazenamento de energia. Já no 9º ano, o foco dado na conservação e valorização da biodiversidade, pode ser aproveitado para enfatizar a realidade regional, a economia,

a cultura, as injustiças e assimetrias de poder percebidas na própria comunidade. Há, portanto, espaço para a interculturalidade e a Educação Ambiental críticas, ao abordar como a Permacultura possibilita reflexões, caminhos e soluções.

3.6 Possibilidades de inserção da Permacultura no Ensino Médio

No Ensino Médio, é delineada a área de conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que tem como fundamento que “aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais” envolvendo também a “contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos, os processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza” (BRASIL, 2017, p. 547).

Para esta área de conhecimento, a BNCC não subdivide disciplinas e nem torna obrigatória sua oferta nos três anos desta etapa formativa, assim, competências e habilidades são apresentadas sem indicação de seriação. Há três competências específicas para esta área de conhecimento:

- 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.
- 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.
- 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, 2017, p. 555).

Relacionadas a cada uma das competências específicas citadas, a BNCC determina habilidades a serem alcançadas e recomenda que sejam mobilizados, ampliados e aprofundados conhecimentos conceituais que abranjem os campos da biologia, química e física. São 26 habilidades para esta etapa de ensino e, assim como para os anos finais do Ensino Fundamental, há oportunidades de articulação com a Permacultura e com a Educação Ambiental, conforme apresenta o Quadro 2.

Quadro 2— Competências e suas respectivas habilidades descritas na BNCC para a área de conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Ensino Médio, bem como princípios e domínios da Permacultura relacionados.

Competências	Habilidades	Princípios e domínios da Permacultura
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.	(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.	Ferramentas e tecnologias (energias renováveis e tecnologias sociais)
	(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.	Espaço construído (materiais de construção naturais, bioarquitetura)
	(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a	Design partindo de padrões para chegar aos detalhes
		Não produza desperdícios

	distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais. (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, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.	
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.	(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.	Manejo da terra e da natureza
	(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).	Pratique a autorregulação e aceite conselhos Use e valorize a diversidade

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).	(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos. (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. (EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas, relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.	Use e valorize os serviços e recursos renováveis Reuso e reciclagem Tecnologias apropriadas
--	---	--

* o código alfanumérico que precede a descrição da habilidade é uma notação contida na BNCC cuja composição, neste caso, indica: EM = Ensino Médio, 13 = habilidade que pode ser desenvolvida em qualquer série do Ensino Médio, CNT = Ciências da Natureza e suas Tecnologias, 1 = número da competência específica qual se relaciona a habilidade, 02 = número da habilidade (BNCC, 2017, p. 34).

Fonte: elaborado pelas autoras

É possível perceber a articulação da competência “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” da BNCC relacionada com os domínios-chave da Permacultura: “Ferramentas e tecnologias”, “Espaço construído”, “*Design* partindo de padrões para chegar aos detalhes” e “Não produza desperdícios”. Estão sendo contempladas as habilidades (EM13CNT102) e (EM13CNT106) pelo domínio-chave “Ferramentas e Tecnologias”, uma vez que buscam trabalhar com conceitos de sistemas térmicos que visem a sustentabilidade. Podem ser feitos questionamentos em relação aos sistemas vigentes atualmente e quais riscos estes apresentam, tanto para o meio ambiente quanto para as pessoas. Neste caso, a Permacultura pode problematizar as fontes de energia, oferecendo alternativas de energias renováveis, por meio da utilização de tecnologias sociais que não ofereçam tanta agressão à natureza e aos indivíduos.

Já na habilidade (EM13CNT104) que se relaciona com a área “Espaço Construído”, pode-se destacar os materiais tóxicos que são utilizados no cotidiano e oferecem riscos à saúde, principalmente nas construções de casas, como as tintas industrializadas, que podem facilmente ser substituídas por geotintas, e outros materiais associados à bioconstrução. Pode-se relacionar a habilidade (EM13CNT101) com os princípios da Permacultura “*Design* partindo de padrões para chegar aos detalhes” e “Não produza desperdícios”, pois ambos dialogam com a ideia de reciclagem, reuso, reaproveitamento e redução na produção de desperdícios. Além disso, a ideia principal é adaptar a sociedade aos ciclos biológicos ao invés de buscar por inovações tecnológicas para reparar as degradações realizadas pelos seres humanos até a atualidade.

A segunda competência se relaciona com o domínio-chave “Manejo da terra e da natureza” e os princípios de *design* da Permacultura “Pratique a autorregulação e aceite conselhos” e “Use e valorize a diversidade”. Neste tópico, as habilidades (EM13CNT206) e (EM13CNT203) são agraciadas pelas temáticas que visam contribuir para reflexões acerca do manejo inadequado dos recursos naturais, ocasionando prejuízos para os ecossistemas locais e para saúde dos indivíduos envolvidos. O princípio de *design* “Pratique a autorregulação e aceite conselhos” salienta que os modelos de produção modernos não conseguem dimensionar o tamanho do impacto que estão gerando na atualidade e como isso

poderá afetar, no futuro, os moradores, ecossistemas, e a biodiversidade. O princípio “Use e valorize a diversidade” busca trazer uma visão voltada para as relações entre o ser humano e o meio ambiente, salientando as ações antrópicas que são prejudiciais para ambos. A ideia é que as sociedades aprendam a conviver com a diversidade existente no planeta para garantir qualidade de vida às futuras gerações. Já a temática “Manejo da terra e da natureza” propõe atividades que podem coexistir, mantendo uma relação harmônica com a natureza, como por exemplo: horticultura orgânica e sistemas agroflorestais.

Por fim, a terceira competência pode ser associada ao princípio de *design* permacultural “Use e valorize os serviços e recursos renováveis” e as áreas “Reuso e reciclagem” e “Tecnologias apropriadas”. As habilidades (EM13CNT306) e (EM13CNT309) correlacionam-se com o princípio de *design* cinco, pois procuram analisar a presença de alternativas para substituir os recursos não-renováveis (inclusive tecnologias sociais), o que é justamente a proposta deste princípio. Abrir mão do uso de recursos não-renováveis pode ser uma tarefa difícil inicialmente, porém necessária, uma vez que essas fontes podem ser substituídas por opções mais práticas e que não causam tantos prejuízos à natureza e, conseqüentemente, à qualidade de vida dos indivíduos.

Já a habilidade (EM13CNT307) apresenta uma perspectiva de analisar os materiais e seu uso em diferentes contextos, sendo assim a proposta da Permacultura é apresentar discussões em torno da composição dos diferentes tipos de materiais, bem como reciclar e realizar o reuso dos mesmos. Além disso, pode-se fazer uma análise crítica acerca do uso e o descarte inadequado dos mesmos, propondo atividades utilizando tecnologias apropriadas, sustentáveis e seguras para atribuir finalidades distintas a esses materiais. Lembrando que sempre deve ser levado em consideração o cuidado com a terra, com as pessoas e a partilha de excedentes, que são os princípios éticos da Permacultura e podem ser observados intrinsecamente em todos os outros.

3.7 Considerações finais

Como vimos no decorrer deste capítulo, a BNCC apresenta um retrocesso ao desconsiderar o campo da Educação Ambiental, suas lutas e conquistas, ferindo a própria legislação pertinente ao tema. Ainda assim, inspirados numa perspectiva crítica, vislumbramos potencialidades de encontrar brechas no próprio documento, que possibilitem a interlocução entre unidades temáticas, competências e habilidades que permitam inserções de práticas, conceitos, princípios e domínios da Permacultura na educação escolar.

Acreditamos que, por meio desses diálogos, é possível realizar os contrapontos necessários para problematizar a realidade e colocar em ação um currículo outro, que permita repensar nossos estilos de vida. Afinal, como bem colocado por Batista e Bezerra (2020), a existência de uma base que define prioridades de conteúdos e o seu sequenciamento, não deve inibir ou impedir que o professor traga problematizações que situem os educandos nas condições existenciais concretas em que vivem. Para ser efetivo, o currículo precisa ser pautado na interculturalidade crítica, buscando não apenas ampliar a cultura científica de forma contextualizada à realidade, mas também refletindo sobre a indissociabilidade entre questões ambientais e sociais e buscando o enfrentamento de desigualdades e injustiças.

Referências

- ANDRADE, M. C. P.; NEVES, R. M. C.; PICCININI, C. L. Base Nacional Comum Curricular: disputas ideológicas na educação nacional. In: Anais do IX Encontro Pesquisa e Educação, set, 2017. Juiz de Fora. **Anais [...]** Juiz de Fora Disponível em: <https://bit.ly/3LewkCY>. Acesso em: 20 fev. 2022
- AGUIAR, M. A. S. Relato da resistência à instituição da BNCC pelo Conselho Nacional de Educação mediante pedido de vista e declarações de votos. In: **A BNCC na contramão do PNE 2014-2024: avaliação e perspectivas**. [Livro Eletrônico].— Recife: Associação Nacional de Políticas e Administração da Educação, 2018. p. 8-22. Disponível em: <https://bit.ly/3NgoAFO>. Acesso em: 21 de fev. de 2022.
- BATISTA, W. M.; BEZERRA, C. W. B. O currículo e o ensino de ciências na educação básica: uma leitura da BNCC. **Mens Agitat**, Roraima, n.15, p.90-102. 2020.
- BEHREND, D. M.; COUSIN, C. S.; GALIAZZI, M. C. Base Nacional Comum Curricular: o que mostra de referência à Educação Ambiental. **Revista de Educação Ambiental**, v. 23, n.2, p. 74-89. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/ambeduc.v23i2.8425> Acesso em: 20 de fev. de 2022.

BRANCO, E. P.; BRANCO, A. B. de G.; IWASSE, L. F. A.; ZANATTA, S. C. Sistema Nacional de Educação: críticas no contexto da implantação da BNCC. **Debates em Educação**, [S. l.], v. 11, n. 25, p. 271–294, 2019. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/8035>. Acesso em: 11 maio. 2022.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União** de 23 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm Acesso em: 25 fev. 2022.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União** de 28 de abril de 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm Acesso em: 21 fev. 2022.

BRASIL. Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Ministério da Educação. **Conselho Nacional**, 2012. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002_12.pdf Acesso em: 21 fev. 2022.

BRASIL, Ministério da Educação. **A Base Nacional Comum Curricular – Educação é a base**. Brasília: MEC. 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versofinal_site.pdf Acesso em: 20 fev. 2022.

CANDA, V. M. . Diferenças, educação intercultural e decolonialidade: temas insurgentes. **Revista Espaço do Currículo**, [S. l.], v. 13, n. Especial, p. 678–686, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rec/article/view/54949>. Acesso em: 9 maio. 2022.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: um olhar da área de Ciências da Natureza. **Horizontes**, v. 36, n. 1, p. 158–170. 2018. Disponível em: <https://revistahorizontes.usf.edu.br/horizontes/article/view/582> Acesso em: 1 mar. de 2022.

HOLMGREN, D. **Os Fundamentos da Permacultura**. Traduzido por Van Piergili e Amantino de Freitas. Holmgren design services, 2007. Disponível em: <https://www.fca.unesp.br/Home/Extensao/GrupoTimbo/permaculturaFundamentos.pdf> Acesso em: 3 mar. 2022.

LAYRARGUES, P. P. Para onde vai a Educação Ambiental? O cenário político ideológico da educação ambiental brasileira e os desafios de uma agenda política crítica contra-hegemônica. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 7, n. 14. 2012. Disponível em <https://revistas.ufrj.br/index.php/rce/article/view/1677> Acesso em: 20 fev. 2022.

LOUREIRO, C. F. Educação ambiental crítica: contribuições e desafios. In: S. S. MELLO; R TRAJBER. **Vamos cuidar do Brasil**: conceitos e práticas de educação ambiental na escola. Brasília: Ministério da Educação, 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao3.pdf> Acesso em: 20 fev. 2022.

LOPES, A. C. Apostando na produção contextual do currículo. In: **ABNCC na contramão do PNE 2014-2024**: avaliação e perspectivas. [Livro Eletrônico].– Recife: Associação Nacional de Políticas e Administração da Educação, p. 23- 27, 2018. Disponível em: <https://www.anpae.org.br/BibliotecaVirtual/4-Publicacoes/BNCC-VERSAO-FINAL.pdf> Acesso em: 3 de mar. de 2022.

MENEZES, A. K.; SALGADO, S. D.; RANGEL, J. P.; PELACANI, B.; STORTTI, M.; SANCHÉZ, C. Educação Ambiental desde el Sur: da ruptura com a perspectiva colonial em busca de outras relações sociedade-natureza. In: MONTEIRO, B. A. et al. **Decolonialidades na Educação em Ciências**. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 65-78, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3l6GwKd>. Acesso em: 1 de mar. de 2022.

OLIVEIRA, R. D., SALGADO, S. D.; QUEIROZ, G. R. Educação em Direitos Humanos e Decolonialidades: um diálogo possível na educação em ciências? In: MONTEIRO, D. S. et al. **Decolonialidades na Educação em Ciências**. São Paulo: Editora Livraria da Física, p.120-137, 2019.

OLIVEIRA, L. de; NEIMAN, Z. Educação Ambiental no Âmbito Escolar: Análise do Processo de Elaboração e Aprovação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 3, p. 36–52, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3Ndtiaj>. Acesso em: 1 mar. 2022.

PICININI, C. L.; ANDRADE, M. C. P. de. O ensino de Ciências da Natureza nas versões da Base Nacional Comum Curricular, mudanças, disputas e ofensiva liberal-conservadora. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 34–50, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.46667/renbio.v11i2.124>. Acesso em: 3 mar. 2022.

SBEnBio - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO DE BIOLOGIA. **Algumas impressões sobre a base nacional comum e implicações sobre o ensino de ciências e biologia na educação básica**. São Paulo, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3F502mj>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2022.

SANTINELO, P. C. C.; ROYER, M. R.; ZANATTA, S. C. A Educação Ambiental no Contexto Preliminar da Base Nacional Comum Curricular. Iturama, MG: **Pedagogia em Foco**, v. 11, n. 6, p. 104-115. 2016. Disponível em: <https://revista.facfama.edu.br/index.php/PedF/article/view/228> Acesso em 3 mar. 2022.

SILVA, S. N.; LOUREIRO, C. F. B. **O sequestro da Educação Ambiental na BNCC (Educação Infantil - Ensino Fundamental): os temas Sustentabilidade/Sustentável a partir da Agenda 2030**. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2019. Disponível em: <https://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anaais/resumos/1/R0724-1.pdf>. Acesso em 10 de março de 2022.

SILVA, P. V. A. **A Permacultura como metodologia de ensino na Educação Básica**. 2020. 73f. Monografia (Especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3krJngg>. Acesso em: 15 de dezembro de 2021.

WALSH, C. Interculturalidad y (de)colonialidad: perspectivas críticas y políticas. **Revista Visão Global**, v. 15, n. 1-2, p. 61-74. 2012. Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/visaoglobal/article/view/3412> Acesso em: 3 mar. 2022.

WUTZKI, N. C.; TONSO, S. A educação ambiental e a 2ª versão preliminar da Base Nacional Curricular Comum (BNCC): uma reflexão sobre a área de ciências da natureza. In: **Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Anais [...] Florianópolis. p.1-9, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anaais/listaresumos.htm>. Acesso em: 2 mar. 2022.

Capítulo 4. Aproximações das Práticas de Permacultura com a Interdisciplinaridade, Metodologias Ativas e Alfabetização Científica

Keila Aparecida Santos

Luciana Resende Allain

Danilo Lopes Santos

Geraldo W. Rocha Fernandes

CONHECER diferentes metodologias que podem ser exercidas em sala de aula é um papel fundamental do educador. Na atualidade, muito se discute sobre a interdisciplinaridade, metodologias, métodos e estratégias ativas para o aprendizado. Neste capítulo pretendemos propor diálogos das práticas permaculturais para abordar a interdisciplinaridade e a alfabetização científica por meio de metodologias ativas. Primeiramente, definimos e discutimos os princípios das metodologias e estratégias ativas, da interdisciplinaridade e da alfabetização científica, para então apontarmos as potencialidades e aproximações das práticas permaculturais em promover a educação científica por meio destas possibilidades.

4.1 O uso de Metodologias e Estratégias Ativas no processo de ensino aprendizagem

A maneira como o professor ensina seus alunos é fator determinante para a formação de alunos alfabetizados cientificamente, sendo cidadãos conscientes e engajados, assim como o mundo atual exige. A chamada educação tradicional, onde “a aula é um momento regulador e que submete o

estudante ao rígido processo de memorização e de repetição de algumas tecnologias básicas (escrever) como estratégia de treinar e formar corpos dóceis” (PEREIRA, 2012, p. 4), ainda está muito presente nas escolas. Mas este tipo de educação não consegue atender aos objetivos da Alfabetização Científica (AC) e da sociedade.

O professor deve sempre buscar formas de ensinar que possibilitem ao aluno questionar, trabalhar a curiosidade, tornando o processo de aprendizado interessante e significativo. Isso é feito por meio da metodologia de ensino, que constitui o “meio, a forma, o caminho a ser percorrido e orientado pelo professor para o desenvolvimento de seus alunos dentro de determinada perspectiva” (BERBEL, 1995, p.10). Ela é formada pelos métodos, técnicas, procedimentos, estratégias, recursos auxiliares, dentre outros.

A metodologia de ensino usada pelo professor pode ser passiva ou ativa. Na metodologia passiva, segundo Berbel (1995), a exposição oral é muito utilizada pelo professor, além da escrita e leitura. Desta forma, o professor é o centro do processo de ensino-aprendizagem e o aluno um sujeito passivo. Essa metodologia está muito presente no chamado “ensino bancário”, criticado por Freire (1996) e outros autores. No ensino bancário o professor é o detentor de todo o conhecimento e o aluno “recebe” esse conhecimento de forma passiva.

Já na metodologia ativa, o aluno é sujeito ativo da sua aprendizagem e o professor atua também ativamente, porém como mediador ou orientador do processo de aprendizagem. Pereira (2012) define Metodologia Ativa como:

[...] todo o processo de organização da aprendizagem (estratégias didáticas) cuja centralidade do processo esteja, efetivamente, no estudante. Contrariando assim a exclusividade da ação intelectual do professor e a representação do livro didático como fontes exclusivas do saber na sala de aula (PEREIRA, 2012, p.6)

Em contrapartida, Fernandes *et al.* (2021) também caracterizam as Estratégias Ativas (EA), destacando que estas não são necessariamente Métodos ou Metodologias, mas diferentes estratégias ou atividades que auxiliam os métodos e as metodologias ativas e/ou tradicionais. Por exemplo, a organização de uma oficina, por um estudante ou grupo, não pode ser considerada uma

metodologia, mas uma atividade ou estratégia que fará parte de “todo o processo de organização didática da aprendizagem do aluno” (FERNANDES *et al.*, 2021, p. 15), ou seja, fará parte da metodologia. Segundo os autores, as EA são capazes de auxiliar e de minimizar as dificuldades da formação, são reconhecidas pela efetividade em proporcionar experiências fluidas e concretas acerca do conhecimento e são consideradas ações auxiliares de caráter mais dinâmico e modificável que complementam o ensino e aprendizagem de Ciências.

Dessa forma, as metodologias ativas buscam estimular a autonomia do aluno na construção de seu conhecimento, por meio de estratégias mais diversificadas e ativas, que não se baseiam apenas no livro didático. A Figura 2 apresenta os princípios das metodologias ativas, segundo Fernandes *et al.* (2021).

Figura1 – Os principais princípios das metodologias ativas



Fonte: Fernandes *et al.* (2021, p.12).

Para os autores, as metodologias ativas proporcionam a análise, reflexão e solução de situações relacionadas com a realidade em que o aluno está inserido, criando no aluno o pensamento crítico e a autonomia, adjetivos necessários para ser alfabetizado cientificamente. Apoiados nas MA e EA, defendemos que os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais devam ser trabalhados de formas diferentes, fugindo da rotina tradicional do ensino e buscando aumentar o interesse e a motivação dos alunos em aprender. O professor deve estimular o aluno a pensar e a questionar, e assim potencializar a sua aprendizagem a partir dos conhecimentos que já possui. Freire (1996) defende que os alunos devem ser verdadeiros sujeitos da construção e da reconstrução do saber ensinado, cabendo ao professor o papel de mediador neste processo, reforçando “a capacidade crítica do educando, sua curiosidade e a sua insubmissão” (FREIRE, 1996, p. 13).

Berbel (1995) não defende o uso de apenas metodologias ativas, mas critica o uso excessivo de metodologias passivas, que fazem o aluno repetir o que foi ensinado, sem possuir senso crítico para produzir o seu próprio conhecimento. O autor defende o uso de metodologias diversificadas, com maior uso das metodologias ativas, que possuem o potencial de despertar a curiosidade dos alunos, e também estimular “os sentimentos de engajamento, percepção de competência, de pertencimento, além da persistência nos estudos, entre outras”. (BERBEL, 2011, p. 28).

4.2 A interdisciplinaridade no processo de ensino e aprendizagem de Ciências

O ensino de Ciências interdisciplinar é muito discutido entre autores que pesquisam sobre a temática e nos documentos que orientam as práticas educacionais do país; no entanto, defini-lo não é uma tarefa fácil. Para Carlos e Zimmermann (2005), alguns teóricos discorrem a respeito do assunto, sem, entretanto, apresentar um conceito claro e conciso sobre o tema, como é caso de Ivani Catarina Arantes Fazenda (Brasil), Edgar Morin (França), Jurjo Torres

Santomé (Espanha), Gerard Fourez (Bélgica), Yves Lenoir (Canadá) e Hilton Japiassu (Brasil) (MOZENA; OSTERMANN, 2014).

Fazenda (2008) aponta uma grande contradição em seus estudos sobre o ensino interdisciplinar no Brasil, ou seja, para esta autora existe uma indiscriminada proliferação de práticas intuitivas que se dizem interdisciplinares. No Brasil, assim como nos Estados Unidos e na Europa, o número de projetos e trabalhos educacionais com a palavra "interdisciplinar" em seus títulos tem crescido vertiginosamente. No entanto, muitos projetos escolares surgem como intuição ou modismo, *sem regras ou intenções claras* (que é uma das características de práticas interdisciplinares). Para Fazenda (2008), os docentes que tomam emprestado o rótulo interdisciplinar não estão necessariamente engajados em práticas interdisciplinares e sim, intuitivas. Neste sentido, "práticas intuitivas e interdisciplinares não devem ser confundidas" (THOMPSON KLEIN, 2008, p. 119).

Apesar das concepções de interdisciplinaridade sofrerem variações de autor para autor, Carlos e Zimmermann (2005) indicam que as definições se fundamentam na relação entre as disciplinas ou áreas do conhecimento. Neste sentido, Santomé (1998) e Japiassu (1976 *apud* Carlos; Zimmermann, 2005) apresentam algumas das principais classificações sobre a relação entre disciplinas ou áreas de conhecimento aceitas atualmente: pluridisciplinar, multidisciplinar e interdisciplinar. Mozena e Ostermann (2014) pressupõem como **interdisciplinaridade** a inter-relação dos conceitos de várias disciplinas de maneira a se aprofundar o conhecimento de determinado objeto de estudo, enquanto o que se vê na escola são ações/ projetos/ atividades **multidisciplinares**, que são pautados pela escolha de um tema comum a várias disciplinas, que é trabalhado de maneira isolada e disciplinar na sala de aula, sem nenhuma relação das disciplinas entre si.

Assim, para Japiassu (1976 *apud* Carlos; Zimmermann, 2005), a interdisciplinaridade é um empreendimento que se vale do intercâmbio de instrumentos e técnicas metodológicos, esquemas conceituais e análises de diversos ramos do saber, a fim de fazê-los integrarem e convergirem, depois de terem sido comparados e julgados. Ou seja, trata-se de um grupo de disciplinas

conexas ou com inter-relações de conceitos conexos, envolvendo cooperação e coordenação entre professores e/ou especialistas.

Mozena e Ostermann (2014) apresentam na sua revisão bibliográfica uma análise de trabalhos sobre a interdisciplinaridade como *prática escolar*. Esta concepção é o que aparece nos documentos oficiais brasileiros. Para Carlos e Zimmermann (2005), o tema da interdisciplinaridade como *prática escolar* ganhou muita força no meio escolar, principalmente após a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2002a) e PCN+ (BRASIL, 2002b), nos quais a interdisciplinaridade era considerada como *princípio pedagógico* ou *prática pedagógica*. Nos PCNs, a interdisciplinaridade era apresentada de maneira criteriosa, tendo-se o cuidado de apontar alguns caminhos e diretrizes que orientem as ações pedagógicas e que ampliem as possibilidades de tais ações sem, no entanto, limitá-las.

Na perspectiva escolar, a interdisciplinaridade não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes, mas de utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. Em suma, interdisciplinaridade tem uma função instrumental. Trata-se de recorrer a um saber diretamente útil e utilizável para responder às questões e aos problemas sociais contemporâneos. Na proposta de reforma curricular do Ensino Médio, a interdisciplinaridade deve ser compreendida a partir de uma abordagem relacional, na qual se propõe que, por meio da prática escolar, sejam estabelecidas interconexões e passagens entre os conhecimentos através de relações de complementaridade convergência ou divergência. (BRASIL, 2002a, p. 34-36)

Atualmente, a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018) não deixa claro o conceito de interdisciplinaridade e apresenta a expressão “olhar articulado” para as diferentes disciplinas, dando a entender que é mais uma concepção multidisciplinar do que interdisciplinar. O Currículo Referência de Minas Gerais – CRMG do Ensino Médio (MINAS GERAIS, 2021), por exemplo, propõe que a área das Ciências da Natureza apresente uma visão de ensino interdisciplinar, envolvendo os componentes curriculares de Biologia, Física e Química com os objetivos de contextualizar a aprendizagem de Ciências na realidade histórica, social, ambiental e econômica dos estudantes,

se atentando para o desenvolvimento da investigação científica em seus processos e práticas (MINAS GERAIS, 2021). Neste sentido, os documentos oficiais do Governo Federal e dos Estados almejam que abordagens de ensino interdisciplinares façam parte da prática docente, no entanto, não apresentam caminhos para que os docentes possam desenvolver práticas de abordagens interdisciplinares.

Assim, para nós, não existe uma pedagogia, metodologia, estratégias e atividades interdisciplinares únicas, ainda que o registro das práticas interdisciplinares escolares revele que os docentes tendem a se valer de pedagogias inovadoras que promovam o diálogo, a capacidade de colocar e resolver problemas, e o desenvolvimento do que Fazenda *apud* Thompson Klein (2008) chama de “atitude interdisciplinar” (THOMPSON KLEIN, 2008, p. 119), ou seja, “essa atitude é um ato de vontade, quando acontece o envolvimento humano, a troca de experiências e conhecimentos, enfim, um comprometimento com a competência no ato de ensinar”. (ENCARNACION TAVARES, 2008, p. 139).

Segundo Fazenda (2008), a interdisciplinaridade não pode ser pensada somente como um encontro de disciplinas, para isso caberia pensar o currículo apenas como uma formatação de sua grade. Para a autora, a interdisciplinaridade tem que ser definida como atitude de ousadia e busca do conhecimento (FAZENDA, 2008).

4.3 A Alfabetização Científica e a formação de cidadãos conscientes

Para viabilizar a construção de atitudes e valores mais sustentáveis, é preciso desenvolver a consciência socioambiental. Argumentamos que isso pode ser alcançado por meio da Alfabetização Científica (AC) dos estudantes. A AC ou Letramento Científico (LC) são termos usados para definir “o ensino de Ciências preocupado com a formação cidadã dos alunos para ação e atuação em sociedade” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 57). A AC é uma linha pedagógica que vem sendo adotada por currículos escolares, devido principalmente à necessidade da popularização da Ciência e da formação de cidadãos

críticos e participantes nas discussões ambientais, científicas, culturais, sociais, políticas, econômicas e éticas.

A AC também permite que o cidadão “possa compreender, opinar e tomar decisões baseadas no entendimento sobre o progresso científico e os riscos e conflitos de interesse nele contidos” (MOURA, 2012, p.20). Dessa forma, os estudantes se tornam cidadãos capazes de compreender os conhecimentos, procedimentos e valores relativos à ciência de modo a tomar decisões e a perceber tanto a sua importância quanto suas limitações e impactos negativos na sociedade. Para que o professor desenvolva a AC junto aos seus alunos, Gil- GilPérez e Vilches (2001) afirmam que o ensino de Ciências não deve se restringir à transmissão de conhecimentos, como se vê no ensino tradicional. Sasseron e Carvalho (2011) argumentam que o ensino de Ciências em todos os níveis escolares deve fazer uso de atividades e propostas instigantes por meio da resolução de problemas, da exploração de fenômenos naturais etc., de forma que o aluno possa relacionar esse conhecimento com assuntos do dia a dia.

Segundo Sasseron e Carvalho (2008), a AC está estruturada em três eixos: i) compreensão básica de termos e conhecimentos científicos fundamentais; ii) compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e iii) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Segundo as autoras, esses eixos fornecem as “bases suficientes e necessárias a serem consideradas no momento da elaboração e planejamento de aulas e propostas de aulas que visam à Alfabetização Científica” (p. 75).

Lorenzetti e Delizoicov (2001) argumentam que através da AC a linguagem da Ciência adquire significado, “constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade” (p. 53). Para os autores, não é preciso que os alunos aprendam todo o conhecimento científico, isso nem mesmo os cientistas conseguem, mas é necessário formar uma base de conhecimentos para saber usar da melhor forma o que é produzido pela ciência e tecnologia.

Oliveira (2013) argumenta que as discussões contemporâneas acerca dos desenvolvimentos industriais, tecnológicos e econômicos estão diretamente ligadas ao avanço científico, e então ressalta a importância de se alfabetizar o cidadão nas possíveis variantes do conhecimento que se tornam a chave de resposta a diversas situações-problemas de nossa sociedade. Por exemplo, para discutir sobre tomar ou não vacina, o uso ou não de alimentos transgênicos, o uso de agrotóxicos, da exploração de minério, do tratamento de esgoto, da produção de energia limpa, dentre tantas outras questões sociais e ambientais, é preciso entender e conhecer a ciência. Quando se conhece e entende a ciência, o indivíduo consegue exercer a sua cidadania. Para Krasilchik e Marandino (2007) a AC “indica a importância da ciência e da tecnologia na nossa vida diária, nas decisões e caminhos que a sociedade pode tomar e na necessidade de uma análise cuidadosa e persistente do que é apresentado ao cidadão.” (p. 12).

4.4 A Permacultura como potencializadora das metodologias ativas, da interdisciplinaridade e da Alfabetização Científica

Como já foi dito, a Permacultura possui práticas e princípios que podem ser usados em sala de aula, associados aos conteúdos dispostos nos currículos, principalmente para trabalhar temas interdisciplinares para desenvolver a AC.

Por meio da AC, os cidadãos podem entender e transformar o mundo em um lugar mais sustentável, não apenas aceitando o que é imposto pela sociedade capitalista em que vivemos, mas escolhendo e lutando pelo que é melhor para a sua realidade e para o planeta.

Segundo Holmgren (2007), o *design* Permacultural se baseia principalmente na Ecologia, mas se relaciona também com a Biologia, a Geografia, a História, a Arquitetura. Dessa forma, a sua aplicação em escolas tem características interdisciplinares, pois dialoga com diferentes áreas do currículo.

Por intermédio da Permacultura, pode ocorrer a formação de conhecimento científico e de valores, assim como prevê a AC. Nas atividades

permaculturais, os alunos podem aprender de forma contextualizada, por exemplo, interagindo com o solo, materiais recicláveis, plantas, a água, além de encontrar soluções para questões como lixo, uso de agrotóxicos em plantações, tratamento de água, alimentação saudável, geração de renda, enfim, uma infinidade de assuntos relevantes para a nossa sociedade. A Permacultura reúne várias “ideias, habilidades e modos de vida que precisam ser redes-cobertos e desenvolvidos para nos dar o poder de passarmos de consumidores dependentes para cidadãos responsáveis e produtivos” por meio de um novo olhar sobre o mundo em que vivemos (CORRÊA; SILVA, 2016, p. 93).

Como salientamos no capítulo anterior, a Permacultura também é capaz de potencializar um diálogo entre os conhecimentos científicos e os saberes ancestrais, aqueles que são praticados pelos povos tradicionais, como os indígenas, quilombolas, camponeses etc. Muitas práticas permaculturais se originaram do aperfeiçoamento destes saberes já consagrados pela tradição. Portanto, a Permacultura busca a valorização dos conhecimentos tradicionais e de seus sujeitos, a partir de sua legitimação, em diálogo com os conhecimentos científicos, contribuindo assim, para uma sociedade mais inclusiva.

Salientamos que as práticas de Permacultura são baseadas em diferentes ações: oficinas, mutirões, visitas, rodas de conversas etc. Por vezes, verifica-se na literatura uma certa confusão sobre a sua aproximação com “metodologias de ensino” ou com “estratégias de ensino”. Por exemplo, para Silva (2020 *apud* Santos, 2022, p.29), “os princípios da Permacultura permitem ao professor fazer o aluno entender a ciência que existe em seu cotidiano e como ela pode ajudar a estar no mundo de maneira sustentável”. Segundo a autora, as práticas da Permacultura, tais como a construção de hortas, bioconstrução, visita a centros de Permacultura e ecovilas, conhecer e fazer filtros biológicos, composteiras etc., podem ser usadas como metodologias de ensino. Para Silva (2020), as práticas permaculturais “permitem ao professor apresentar ao educando uma maneira sustentável de coabitar no meio ambiente, e com isso demonstrar os conhecimentos científicos presentes nessas práticas” (SILVA, 2020, p. 62).

Já para Mello (2018), a visita à Ecovilas se apresenta como uma boa estratégia pedagógica, uma vez que possibilita diversas situações de ensino, por meio da observação e interação dos alunos. Mello (2018) relata que "estas visitas permitem desenvolver no aluno, uma postura crítica, reflexiva e responsável no contexto em que está inserido, além de demonstrar a relevância social do local" (p.237).

Os autores supracitados defendem que a Permacultura é uma prática que envolve uma gama de conhecimentos e valores que buscam uma relação harmoniosa entre as pessoas e a natureza e entre as próprias pessoas. Ela traz soluções sustentáveis para questões sociais e ambientais. Porém, a nosso ver, as práticas da Permacultura possuem possibilidades de aproximações com as estratégias de ensino, mas não podem ser consideradas como metodologias de ensino, se não tiverem uma proposição teórica ou didático-pedagógica para tal fim. Segundo Santos (2022), as práticas da Permacultura trabalham diversos conceitos ligados às disciplinas escolares, envolvem questões sociais e desenvolvem a autonomia do aluno. Por considerarem o aluno como protagonista no processo de ensino e aprendizagem, as práticas permaculturais *têm potencial de se aproximar* das metodologias ativas e práticas interdisciplinadas para promover a alfabetização científica, mas não necessariamente são chamadas de *metodologias*. Neste sentido, necessitamos ampliar as discussões e reflexões sobre as potencialidades das práticas da Permacultura no contexto escolar, uma vez que as suas possibilidades são diversas.

Referências

BERBEL, N.A.N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BERBEL, N.A.N. Metodologia da Problemática: uma alternativa metodológica apropriada para o Ensino Superior. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v.16. n. 2., Ed. Especial, p.9-19, out. 1995. Disponível em: <https://bit.ly/3MC7cyo>. Acesso em: 20 dez. 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 22 fev. 2022. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/se-tec/arquivos/pdf/BasesLegais.pdf>. Acesso em 26 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Brasília: MEC, 2002a. Disponível em: <https://bit.ly/3MgdKTP>. Acesso em 26 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino Médio**: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2002b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso: 25 fev. 2022

CARLOS, J.G.; ZIMMERMANN, E. Conceito de interdisciplinaridade: longe de um consenso. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., 2005. Bauru. **Anais [...]** Bauru: ABRAPEC, 2006. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/v-enpec/conteudo/artigos/1/pdf/p294.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2022.

CORRÊA, L. B.; SILVA, M.D.S. Educação ambiental e a Permacultura na escola. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. v. 33, n.2, p. 90-105, maio/ago 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/remea.v33i2.5399>. Acesso em: 26 fev. 2022

ENCARNACION TAVARES, D. A interdisciplinaridade na contemporaneidade — qual o sentido? In: FAZENDA, I. (Ed.). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008. p.135–146.

FAZENDA, I. Construindo aspectos teórico-metodológicos da pesquisa sobre Interdisciplinaridade. In: FAZENDA, I. (Ed.). **Dicionário em construção**: interdisciplinaridade. 2. ed., São Paulo: Cortez, p. 11–30, 2002.

FAZENDA, I. Interdisciplinaridade-transdisciplinaridade: Visões culturais e epistemológicas. In: FAZENDA, I. (Ed.). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008. p. 17–28.

FERNANDES, G.W; MARIANO, H.M.; SCHETINO, L. P. L.; ALLAIN, L. R. **Metodologias e estratégias ativas**: um encontro com o ensino de Ciências. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários para a prática educativa. São Paulo: Paz e Terra. 25 ed. 1996.

GILPÉREZ, D.; VILCHES, A. Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. **Investigación en la Escuela**, Sevilla, v. 4, n. 3, p. 2737, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.12795/IE.2001.i43.03>. Acesso: 2 mar. 2022.

HOLMGREN, D. **Os Fundamentos da Permacultura**. Traduzido por Van Piergili e Amantino de Freitas. Holmgren design services, 2007. Disponível em: <https://www.fca.unesp.br/Home/Extensao/GrupoTimbo/permaculturaFundamentos.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2022.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

KRASILCHIK, M., MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. 2a ed. São Paulo: Editora Moderna. 2007, 87p.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v.3, n.1, p. 45-61, jan-jun, 2001. Disponível em: <https://bit.ly/3FM4jZt>. Acesso em: 1 mar. 2022.

MELLO, L. D. Instituto de Permacultura como espaço não formal de aprendizagem em ciências. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural**. v. 7, n.2, Pag. 213-240, jul-dez. 2018. (UFV)ISSN 2359-5116. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rever/article/view/3379/1846>. Acesso em 15 de dezembro de 2021.

MOURA, M. A. Educação científica e cidadania: abordagens teóricas e metodológicas para a formação de pesquisadores juvenis. **Diálogos**. Belo Horizonte: UFMG / PROEX, 2012. 280 p. Disponível em: <https://bit.ly/3szTRYp>. Acesso em: 25 fev. 2022.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino das ciências da natureza. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte) [online]. 2014, v. 16, n. 2, pp. 185-206. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172014160210>. Acesso em: 25 fev. 2022.

OLIVEIRA, C. I. C. A Educação Científica como elemento de desenvolvimento humano: uma perspectiva de construção discursiva. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p.105-122, maio-ago, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/xnN-LMK9CTHF9MvBGRkwr33j/?lang=pt>. Acesso em: 25 fev. 2022.

PEREIRA, R. Método Ativo: Técnicas de Problematização da Realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. **VI Colóquio internacional. Educação e Contemporaneidade**. São Cristóvão, SE. 20 a 22.setembro de 2012. Disponível em: <https://bit.ly/3L8vQW1>. Acesso em: 25 fev. 2022.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e Interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Porto Alegre, RS: Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

SANTOS, K. A. dos. Capítulo 2. Potencialidades e limites que as práticas da Permacultura podem oferecer para uma alfabetização científica em busca da sustentabilidade. In. FERNANDES, G. W. R. (Org.). **Estudos Teóricos e Práticos de Tendências da Pesquisa em Ensino de Ciências**: volume 5 (E-book). Diamantina: UFVJM, 2022, p. 192. Disponível em: <https://bit.ly/3wADH9E>. Acesso em: 23 fev. 2022.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. D. Alfabetização Científica: Uma Revisão Bibliográfica. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77. 2011. Disponível em: <https://bit.ly/3yGrouS>. Acesso em: 27 fev. 2022.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. Dissertação mestrado. 2008.Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002263232>. Acesso: 22 fev. 2022.

SILVA, L. F. M. Em busca de uma “Criação Ecológica do Espaço”: problematizando a Permacultura como alternativa à produção capitalista do espaço. 175 **Revista Agrária**, n. 18, p. 172-199, São Paulo 2013. Disponível: <https://www.revistas.usp.br/agraria/article/view/81682/107947>. Acesso em 10 nov. 2021.

SILVA, P. V. A. **A Permacultura Como Metodologia de Ensino na Educação Básica**. 2020. 73f. Monografia (Especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade) –Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3s1p8u7>. Acesso em: 15 dez. 2021

THOMPSON KLEIN, J. Ensino Interdisciplinar: Didática e Teoria. In: FAZENDA, I. (Ed.). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008. p. 109–132.

PARTE III

SITUAÇÕES DE ESTUDO MEDIADAS POR PRÁTICAS DE PERMACULTURA E TECNOLOGIAS SOCIAIS

Capítulo 5. Proposições de Situações de Estudo a partir de Práticas de Permacultura e Tecnologias Sociais

Geraldo W. Rocha Fernandes

Angélica Oliveira de Araújo

Danilo Lopes Santos

5.1 Práticas de Permacultura organizadas a partir de temas

ESTUDOS acerca de um currículo crítico, reflexivo e que aborde conteúdos relacionados à realidade dos alunos têm sido alvo das pesquisas na área de Educação em Ciências (SOUSA *et al.*, 2014; MASSENA; RODRÍGUEZ, 2021). O desafio é propor e colocar em prática essa perspectiva curricular, juntamente com os documentos norteadores oficiais como, por exemplo, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Currículos Complementares ou Diretrizes Curriculares de cada estado. Atualmente, esses documentos salientam a necessidade de o currículo escolar ser planejado de forma interdisciplinar, articulando diferentes áreas do conhecimento com o cotidiano do aluno, de maneira que possibilite aos estudantes compreenderem o mundo e atuar como indivíduos críticos e participativos por meio da integralização de conhecimentos científicos (BRASIL, 2018). A partir dessa necessidade, propomos, nesta última parte do livro, que uma das formas de incorporar esses pressupostos no currículo escolar é por meio do *estudo de temas* (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011), mas tal estudo nem sempre se torna claro a partir das orientações curriculares atuais e dos documentos oficiais. Neste sentido, os capítulos que seguem propõem uma complementação ou reorganização curricular, a partir de distintas Situações de Estudo (SE) (FERNANDES; ALLAIN, 2021), que se fundamentam num ensino de

Ciências da Natureza baseado na *Abordagem Temática* (AT) (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

A AT é definida por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011, p. 189) como uma “Perspectiva curricular, cuja lógica de organização é estruturada com base em temas, a partir dos quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas. Nessa abordagem, a *conceituação científica* da programação é subordinada ao tema”. Uma vez que o professor opte em desenvolver o ensino de Ciências a partir da AT, a seleção dos conteúdos, a metodologia de trabalho e a estruturação das atividades serão organizadas por temas e não por conceitos científicos, que estão, na verdade, associados aos temas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

Encontramos na literatura perspectivas teórico-metodológicas contemporâneas que apontam para a possibilidade de organização do currículo de Ciências baseada na AT: a) Temas desenvolvidos a partir da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS); b) Temas a partir de Questões Sociocientíficas; c) Temas na perspectiva Freireana (Abordagem Temática Freireana); d) Temas organizados em Situações de Estudo (SE) etc.

Neste sentido, vamos propor um conjunto de Sequências Didáticas (SD) que estão baseadas na AT e que seguem os princípios teórico-metodológicos da SE para serem desenvolvidas na educação (Quadro 1).

5.2 Situação de Estudo

Segundo Maldaner e Zanon (2006 *apud* MASSENA; BRITO, 2016), a SE é uma proposição curricular que deve ser desenvolvida a partir de temáticas ligadas à realidade (complexa, dinâmica e cultural) e aos contextos de vivência cotidiana dos alunos, externa ao ambiente escolar. Portanto, é uma proposta de organização do ensino que relaciona a experiência cotidiana dos estudantes com o saber científico, abrangendo aspectos conceituais de diversas áreas da Ciências da Natureza e suas Tecnologias, de forma que permite relações interdisciplinares e o desenvolvimento da alfabetização científica (MALDANER *et al.*, 2007; FERNANDES; ALLAIN, 2021). Assim, uma SE é

entendida como um modelo de organização curricular, que pode ser visto como “[...] uma situação concreta, da vivência dos alunos, rica conceitualmente para diversos campos da ciência, de forma a permitir a análise interdisciplinar e estabelecer interlocuções transdisciplinares.”. (MALDANER *et al.*, 2007, p. 248).

As SEs não são metodologias ou abordagens de ensino, mas surgem como uma maneira de reinventar o currículo de Ciências, por meio de uma sequência de situações, com temas distintos durante o ano letivo, articulando a disciplina de Ciências com outras disciplinas e o uso de situações reais (TEIXEIRA *et al.*, 2014; FERNANDES; ALLAIN, 2021).

A partir de diferentes estudos teórico-metodológicos que discutem e desenvolvem a SE (CRUZ; GEHLEN, 2016; MASSENA, 2016; MASSENA; RODRÍGUEZ, 2021), Fernandes e Allain (2021) propõem um esquema, organizado em ações e etapas, que busca resumir o desenvolvimento de uma SE no ensino de Ciências (Figura 1).

Figura 1 – Esquema das etapas para a elaboração de uma Situação de Estudo



Fonte: Fernandes e Allain (2021, p. 142)

O esquema da Figura 1 orientou as proposições e elaborações das SE que serão apresentadas nos próximos capítulos e que estão caracterizadas no Quadro 1.

Quadro1 – Caracterização das ações e etapas para a elaboração de uma Situação de Estudo

Ação I. Alguns aspectos da SE para organizar os conteúdos escolares
Segundo Massena e Brito (2016), a SE exige que seus agentes levem alguns aspectos em consideração ao organizar os conteúdos escolares: 1. A temática guia da proposta deve ser socialmente relevante; 2. É necessário a aproximação da realidade do aluno para pensar os conteúdos que serão abordados; 3. Levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos para a construção do processo; 4. A SE deve ser elaborada e produzida a partir de diálogos interdisciplinares, envolvendo agentes de diversas áreas das Ciências.
Ação II. Elaboração de SE a partir de quatro passos
Vieira <i>et al.</i> (2018) relatam que as SE podem ser elaboradas com base em quatro etapas, que aqui chamamos de passos, a saber: Passo 1 - a elaboração da SE em coletivo: a elaboração da SE é desenvolvida pelo docente e licenciandos universitários, bem como professores regentes das disciplinas de Ciências da educação básica. Podem ser inseridos neste grupo pesquisadores participantes de grupos de pesquisa e especialistas de distintas áreas de conhecimento; Passo 2 - implementação da SE: a implementação acontece com estudantes da educação básica e é acompanhada pelo coletivo que elabora a SE; Passo 3 - análise da SE: busca identificar o processo de desenvolvimento, como ocorre a aprendizagem dos alunos, bem como as limitações e possibilidades da SE; Passo 4 - reelaboração do material: a reelaboração da SE ocorre pelas categorias de sujeitos, por meio das contribuições adquiridas após a implementação da SE.
Ação III. Etapas para implementar a SE na educação básica
Para o <i>Passo 2 da Ação II</i>, Cruz e Gehlen (2016) citam a sistematização de Gehlen, Maldaner e Delizoi-cov (2012) para implementar a SE na educação básica, que se divide em três etapas: Etapa 1 - Problematização: esta primeira etapa da SE refere-se ao tratamento contextualizado dos conceitos, a partir da visão pessoal que cada aluno traz do seu cotidiano a respeito do tema. Etapa 2 - Primeira Elaboração: na segunda etapa são realizadas atividades que envolvem, principalmente, textos de aprofundamento sobre as situações que foram apresentadas na primeira etapa. É por meio dessas atividades que os estudantes terão o primeiro contato com conhecimentos científicos para além da palavra representativa de um determinado conceito. Etapa 3 - Função da Elaboração e Compreensão Conceitual: a terceira etapa da SE consiste no desenvolvimento mais formalizado dos conceitos e a retomada dos problemas da primeira etapa para serem tratados e discutidos a partir de um discurso mais científico. Esta etapa pode ser desenvolvida a partir de um texto de cunho científico, no qual busca-se o entendimento das palavras representativas do primeiro momento com as palavras conceituais estudadas no segundo momento.

Fonte: Fernandes e Allain (2021, p. 140-141)

Lembramos que as três etapas apresentadas na Ação III, para o desenvolvimento de uma SE no ensino de Ciências, não são únicas e nem são fechadas. Cabe ao professor propor diferentes possibilidades em suas aulas, numa perspectiva interdisciplinar ou multidisciplinar, levando em consideração os conteúdos que se quer abordar, os objetivos a serem alcançados pelos alunos, como será o *feedback* e o conhecimento a ser construído.

5.3 A escolha da temática de uma SE, a partir de práticas permaculturais e de suas tecnologias sociais

Para os capítulos que se seguem, interessa-nos desenvolver distintas SE, cujo conteúdo programático e os conceitos científicos são organizados com base em temas de estudo. Assim, a escolha dos temas que apresentaremos não parte das Unidades Temáticas sugeridas e orientadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), mas das vivências dos estudantes do Vale do Jequitinhonha (MG), trazidas para o ambiente da sala de aula, buscando dinamizar e articular as inter-relações entre o tema e os conceitos discutidos (GUIMARÃES *et al.*, 2021). Apresentamos uma discussão maior acerca da relevância do contexto e das influências das temáticas para a definição dos conceitos a serem trabalhados e buscamos potencializar as questões socioculturais para o contexto das SE que se seguem, uma vez que, ao focar nos aspectos do contexto escolar, a tendência é que surjam diversas subtemáticas derivadas de problemas sociais, econômicos, culturais, locais etc. (GUIMARÃES *et al.*, 2021). Nesse sentido, as Unidades Temáticas da BNCC são insuficientes em alguns aspectos, quando se pensa na reconfiguração curricular contextualizada com a realidade do aluno, uma vez que ela precisa ser seguida rigorosamente na instituição de ensino onde se está atuando.

Neste texto, propomos temas com origem nas Tecnologias Sociais (TS) da Permacultura (ver Capítulo 2, Parte I). Os temas de estudo das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, articulados com as Tecnologias Sociais da Permacultura, estarão relacionados à subtemas baseados na sustentabilidade, ecologia, fontes limpas de energia, bom uso de recursos renováveis, diminuição do desperdício, imitação de padrões de funcionamento e diversidade da

natureza, atitudes e técnicas que ao serem praticadas abrem muitas oportunidades de ensino na educação básica. Os conteúdos conceituais presentes nas SE estão relacionados com uma perspectiva interdisciplinar e contextualizada com diversas áreas do conhecimento das Ciências da Natureza (interdisciplinar) e de outras áreas (multidisciplinar), incorporando conteúdos de Biologia, Física, Química, Matemática, Geopolítica, Sociologia etc.

Destacamos que as práticas permaculturais e o desenvolvimento de diferentes TS oferecem grande potencialidade de diálogo com os conteúdos curriculares e podem ser desenvolvidas tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio na forma de SE. Neste sentido, propomos cinco SE, elaboradas a partir de práticas de Permacultura e de TS:

- 1 – O aquecedor solar de baixo custo
- 2 – A bacia de evapotranspiração
- 3 – A captação de água de chuva
- 4 – O filtro biológico
- 5 – O biodigestor

Os capítulos que seguirão têm, portanto, o objetivo de apresentar proposições curriculares, a partir de cinco diferentes SE. O leitor verificará que as propostas apresentadas nesta parte do livro têm o objetivo de lançar reflexões sobre um currículo baseado em SE, articulado com temáticas provenientes da Permacultura e do desenvolvimento de diferentes TS, que possibilitam o resgate de uma situação real, permeada por contextos vivenciados dentro e fora do ambiente escolar, nos quais os estudantes possam desenvolver um pensamento crítico acerca do que está sendo abordado (FERNANDES; ALLAIN, 2021; MASSENA; RODRÍGUEZ, 2021).

5.4 As SE não são Projetos Temáticos

Durante a leitura dos capítulos a seguir, o leitor poderá ter uma sensação de que as propostas são Projetos Temáticos baseados na pedagogia de projetos, e não SE. Neste sentido, é importante demarcarmos as principais diferenças.

Segundo Bachich e Moran (2018), a pedagogia de projetos ou a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) “é uma metodologia de aprendizagem em que os alunos se envolvem com tarefas e desafios para resolver um problema ou desenvolver um projeto que tenha ligação com a sua vida fora da sala de aula” (p. 16, grifo nosso). O desenvolvimento desta metodologia tem como objetivo um produto tangível, real e significativo para o aluno. Por sua vez, como já sinalizamos, as SE surgem como uma maneira de reinventar e organizar o currículo do ensino de Ciências, muitas vezes descontextualizado, fragmentado e linear, por meio de uma sequência de situações, com temas distintos durante o ano letivo, articulando a disciplina de Ciências com outras disciplinas e o uso de situações reais (TEIXEIRA *et al.*, 2014). Neste sentido, trata-se de uma perspectiva curricular.

Ambos, a metodologia de projetos e a perspectiva curricular SE desenvolvem no aluno competências e habilidades relacionadas ao pensamento crítico e reflexivo, à relação dialógica, argumentativa e colaborativa, visando a pesquisa e a integração entre o indivíduo e o coletivo.

Como ressaltado anteriormente, as SE apresentadas nos próximos capítulos terão inspirações no trabalho de Fernandes e Allain (2021) e na cartilha “Diálogos entre Educação e Permacultura: formando professores para a sustentabilidade – atividades interdisciplinares para a educação básica” (ALLAIN, 2020), material que apresenta outras proposições a serem testadas.

Referências

ALLAIN, L. R. (org.) **Diálogos entre educação e Permacultura**: formando professores para a sustentabilidade – atividades interdisciplinares para a educação básica (cartilha). Diamantina: Editora UFVJM, 2020. 59 p. ISBN: 978- 85-7045-053-1. Disponível em: <https://bit.ly/3wp6Ohj>. Acesso em: 25 fev. 2022.

BACICH, L; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso Editora Ltda., 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 25 fev. 2022.

CRUZ, A. B., GEHLEN, S. T. “A mecânica do corpo humano”: uma Situação de Estudo elaborada na formação inicial de professores de Física da Uesc. In: MASSENA, E. P. (org.) **Situação de Estudo**: Processo de significação pela pesquisa em grupos interinstitucionais. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências**: fundamentos e métodos. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FERNANDES, G. W. R.; ALLAIN, L. R. Diálogos entre situação de estudo e Permacultura: uma proposta interdisciplinar para o ensino de ciências. In: MASSENA, E. P.; RODRÍGUEZ, A. S. M. (org.). **Reconfiguração Curricular no ensino de Ciências**. Ijuí: Editora Unijuí, 2021.

RODRÍGUEZ, A. S. M. (org.). **Reconfiguração Curricular no ensino de Ciências**. Ijuí: Editora Unijuí, 2021.

GEHLEN, S. T., MADANER, O. A., DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementariedades e contribuições para a educação em ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012. Disponível em: <https://bit.ly/3FzZoJd>. Acesso em: 09 jan. 2022.

GUIMARÃES, T. S. *et al.* A escolha do tema na situação de estudo: implicações no processo de formação de diferentes sujeitos num espaço coletivo. In: MASSENA, E. P.; RODRÍGUEZ, A. S. M. (org.). **Reconfiguração Curricular no ensino de Ciências**. Ijuí: Editora Unijuí, 2021.

MALDANER, O. A. *et al.* Situações de estudo no ensino médio: nova compreensão de educação básica. In: NARDI, R. (Org.). **A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil**: alguns recortes. São Paulo: Escrituras Editora, 2007. p. 17-30.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. Situação de estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências. **Espaços da Escola**, Ijuí: Editora Unijuí, v.1, n. 41, p. 45-60, jul/set. 2001. Disponível em: <http://usuarios.upf.br/~clovia/Edambpos/textos/instr/formacao.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2022.

MASSENA, E. P. (Org.) **Situação de Estudo**: Processo de significação pela pesquisa em grupos interinstitucionais. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.

MASSENA, E. P.; BRITO, L. D. Caminhos e descaminhos da Situação de Estudo (SE): a experiência vivenciada por um grupo de formadores de professores. In: MASSENA, E. P. (Org.) **Situação de Estudo**: Processo de significação pela pesquisa em grupos interinstitucionais. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.

MASSENA, E. P.; RODRÍGUEZ, A. S. M. (Org.). **Reconfiguração curricular no ensino de Ciências**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2021. –158 p.

SOUSA, P. S. *et al.* Investigação Temática no Contexto do Ensino de Ciências: Relações ente a Abordagem Temática Freireana e a Práxis Curricular via Tema Gerador. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 2, p.155-177, 2014. Disponível em: <https://bit.ly/3kpAS5g>. Acesso em: 12 nov. 2021.

TEIXEIRA, D. M. *et al.* Situação de Estudo em Curso Técnico: Buscando Alternativas para a Iniciação à Docência na Interação Interinstitucional. **Química Nova na Escola**, v. 36, n.1, p. 51-60, fev. 2014. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc36_1/09-PE-104-12.pdf. Acesso em: 09 jan. 2022.

VIEIRA, L. B. G. *et al.* Situação de Estudo: o que vem sendo publicado em eventos e periódicos da área de ensino de ciências? **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.20, e2914, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/33290>. Acesso em: 09 jan. 2022.

Capítulo 6. Situação de Estudo baseada no Aquecedor Solar de Baixo Custo

Beatriz Giovana de Alcântara Guedes

Graciele Aparecida Souza Nascimento

Jefferson Luiz Costa Santos

Juliane Dias Barroso

Ivone Rodrigues Miranda e Silva

6.1 Introdução

A ENERGIA SOLAR é um recurso natural fundamental para todos, visto que ela traz consigo benefícios tanto socioeconômicos quanto ambientais, sendo uma energia limpa e renovável. Além disso, ela está ao alcance de toda a população para inovações tecnológicas que visam o desenvolvimento sustentável.

A geração de energia solar, no Brasil, tem grande potencial ainda não explorado, já que temos uma região conhecida como “Cinturão Solar”. Esse termo foi definido pelo Atlas Brasileiro de Energia Solar do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e se refere à área que abrange do Nordeste ao Pantanal, incluindo o norte de Minas Gerais, o sul da Bahia e o norte e o nordeste de São Paulo. Apesar de serem áreas propícias ao uso de energia solar, vê-se que esse recurso ainda é pouco aproveitado, principalmente, pelas populações mais pobres. Embora a matriz energética brasileira seja majoritariamente a hidrelétrica, e a água seja uma fonte renovável e abundante no nosso país, temos passado nos últimos anos por problemas nos regimes de chuva, o que tem levado ao desabastecimento dos reservatórios e a constantes ameaças de racionamento de energia. A partir disso, destaca-se a importância de fontes alternativas de energia, de preferência limpa e renovável, como a energia solar.

Por esta razão, o uso de Tecnologias Sociais surge como forma de amenizar os principais desafios da humanidade: a desigualdade social, os

problemas ambientais e a democratização do acesso à energia. O Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC) é uma Tecnologia Social (TS) adequada aos climas tropicais e subtropicais, para pré-aquecer a água do chuveiro elétrico por meio da energia presente na luz solar. O sistema ASBC, como é chamado, tem o mesmo princípio de funcionamento do sistema tradicional de aquecimento solar de água, diferenciando-se apenas pelo tipo de material utilizado e pela possibilidade de autoconstrução (PEREIRA, 2015).

Neste capítulo, vamos considerar que o ASBC consiste em uma prática permacultural, isto é, que busca trabalhar a favor, e não contra a natureza, visando a construção de espaços sustentáveis. Nesse sentido, propomos a construção de um aquecedor solar com materiais reutilizáveis e recicláveis, uma alternativa sustentável para ser desenvolvida na educação básica, que pretende contribuir não só com o estudo interdisciplinar de diferentes conceitos e habilidades nas Ciências da Natureza, mas também, com a preservação do meio ambiente e com a reflexão crítica sobre a sociedade.

Sendo assim, o presente capítulo propõe uma Situação de Estudo (SE) baseada no ASBC, uma vez que se trata de uma TS que pode ser utilizada para auxiliar os estudantes na compreensão de conceitos importantes relacionados à Física, Química, Biologia, Matemática e Geografia. Por seu caráter interdisciplinar é possível articular a prática com conteúdos diversos, inclusive os presentes na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como, por exemplo, a Termodinâmica, Radiação, Ecologia, Matriz Energética, entre outras. Além disso, por se tratar de uma TS, é fundamental relacionar os conteúdos programáticos com o contexto social dos estudantes.

Dito isso, a proposta de trabalho que será apresentada foi pensada para ser desenvolvida na educação básica, com foco nos estudantes do ensino médio e nos últimos anos do ensino fundamental II. Ela tem o objetivo de promover a consciência ambiental e fortalecer a criatividade dos estudantes, a fim de formar cidadãos críticos e com consciência socioambiental.

6.2 Situação de Estudo baseada na Permacultura e na Tecnologia Social “ASBC”

1. Alguns aspectos da SE “ASBC” para organizar os conteúdos escolares:

1) Relevância social do tema: o ASBC consegue perpassar muitas áreas de conhecimento e por intermédio dessa temática é possível discutir subtemas e conteúdos não apenas conceituais, mas também procedimentais e atitudinais, em estreita relação com a sociedade, como por exemplo: a segurança energética, fonte energética renovável e os contextos locais, cujo desenvolvimento e aplicação das tecnologias sociais poderão fazer diferenças significativas. O desenvolvimento deste tema também tem o objetivo de transformar o modo de viver e de pensar dos estudantes e de sua comunidade, sobretudo, refletindo sobre as mudanças necessárias para garantir um futuro sustentável, como, por exemplo, a mudança da matriz energética de fonte não renovável para renovável, e a economia de recursos naturais e financeiros.

2) Aproximação da realidade do aluno para pensar os conteúdos que serão abordados: os conceitos presentes na SE “ASBC” podem ser abordados de forma interdisciplinar e integrada com várias áreas do conhecimento, incorporando conteúdos de Ciências Biológicas, Física, Química, Matemática, Sociologia, Geografia e Geopolítica (Quadro 1). Pelo seu caráter interdisciplinar, essa TS pode gerar um rico debate socioambiental e político, tendo em vista a iminente necessidade de usos de matrizes energéticas limpas, como a solar.

Quadro1— Conceitos organizados por componente curricular para a SE “Aquecedor solar de baixo custo”

Componente curricular	Principais conteúdos
<i>Biologia</i>	Energia limpa, reutilização e reciclagem, ecologia, combustíveis fósseis e impactos ambientais.
<i>Física</i>	Termodinâmica, hidráulica, radiação, volume e pressão.
<i>Química</i>	Estado físicos da água, densidade, moléculas, temperatura e calor.

<i>Matemática</i>	Geometria, unidade de medidas e gráficos.
<i>Geografia</i>	Matriz Energética, energia limpa e economia doméstica.

Fonte: elaborado pelos autores

3) *Elaboração e produção da SE a partir de diálogos interdisciplinares, envolvendo agentes de diversas áreas das Ciências:* a TS desenvolvida e o planejamento baseado na SE precisam contar com a participação de pessoas que acreditam nesse processo educacional: professores universitários, licenciandos, professores da educação básica e especialistas em Permacultura. E, por isso, diferentes grupos de sujeitos participaram da elaboração dessa SE: docentes e estudantes do Grupo de Estudo e Prática em Permacultura (GEPP) (<https://geppufvjm.wixsite.com/Permacultura>), juntamente com os docentes, professores e estudantes do Programa Institucional de Bolsa à Iniciação à Docência (PIBID) (<https://pibidbiologiaufvjm.webnode.com/>) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha (UFVJM). A produção dessa SE contou também com diálogos interdisciplinares com especialistas em Permacultura do Espaço Educacional Contraponto (<https://bit.ly/39pBiGz>).

II. Elaboração da SE “ASBC” a partir de quatro passos:

Passo 1 - a elaboração da SE em coletivo: para a estruturação da SE “ASBC”, alguns elementos da sua elaboração e desenvolvimento estiveram presentes e estão caracterizados no Quadro 2:

Quadro 2— Elementos que caracterizam a elaboração da SE “ASBC”

1. Problemática sobre o consumo de energia; a importância da reutilização e reciclagem de embalagens que usamos no cotidiano e formas limpas e sustentáveis de gerar energia.
2. Materiais necessários para a confecção de “ASBC”;
3. Etapas de montagem do “ASBC”;
4. Compreensão dos conceitos de Sustentabilidade, Permacultura, Energia Solar, Energia Limpa, Reciclagem, Temperatura, Calor, Radiação, Volume, Pressão, Densidade, Capilaridade, Condução térmica.
5. Experimento sobre Condução Térmica.

Fonte: elaborado pelos autores

O planejamento desta SE está estruturado em forma de uma Sequência Didática (SD), seguido de orientações das Três Etapas para implementar a SE “Aquecedor Solar de Baixo Custo” na educação básica: 1 – Problematização; 2 - Primeira Elaboração; 3 - Função da Elaboração e Compreensão Conceitual (FERNANDES; ALLAIN, 2021; CRUZ; GEHLEN, 2016). Neste sentido, propomos, inicialmente, uma síntese de uma SD, a partir dos elementos do Quadro 2 e das etapas para a implementação da SE “Aquecedor Solar de Baixo Custo”, que está esquematizada no Quadro 3.

Quadro 3— Síntese da SD que caracteriza a elaboração da SE “Aquecedor Solar de Baixo Custo”

Etapas	Nº de encontros / duração	Subtema da Etapa	Conteúdos Conceituais	Descrição, Estratégias e Recursos
1. Problemática	1 encontro / 50 min.	Matrizes energéticas	Reciclagem Energia Solar Energia Limpa, Temperatura Calor	Exposição dialogada em forma de roda de conversa: a problematização será feita por meio de perguntas reflexivas que serão abertas ao debate (Quadro 4).
2. Primeira Elaboração	4 encontros / 200 min.	Sustentabilidade e Permacultura	Termodinâmica Energia Limpa Energia Solar Radiação Volume Pressão Economia doméstica Ecologia Geometria Comprimentos e medidas	Construção do Aquecedor Solar de Baixo Custo (Quadro 5). Desenvolvimento dos conceitos científicos e matemáticos necessários para a construção do ASBC.

3. Função da Elaboração e Compreensão Conceitual	2 encontros / 100 min.	Condução Térmica	Termodinâmica Hidráulica Radiação Energia Limpa Energia Solar Volume Pressão Economia doméstica Ecologia	Apresentação de novas problematizações (Quadro 6). Realização de um experimento sobre condução térmica, com o propósito de desenvolver o entendimento das palavras representativas da primeira e segunda etapas (Quadros 7 e 8).
---	---------------------------	------------------	--	---

Fonte: elaborado pelos autores

As etapas sintetizadas no Quadro 3 estão aprofundadas no tópico III. Etapas para implementar a SE “ASBC”, com o objetivo de facilitar o seu desenvolvimento junto aos estudantes da educação básica.

Passo 2 - implementação da SE: sugerimos que a implementação da SE “Aquecedor Solar de Baixo Custo” seja realizada com os estudantes do ensino médio e/ou 8º e 9º ano do Ensino Fundamental II da educação básica, sempre acompanhados pelos atores envolvidos na elaboração da SE. Esta SE será desenvolvida na educação básica por meio de três etapas: 1) problematização; 2) primeira elaboração; 3) função da elaboração e compreensão conceitual. As três etapas serão realizadas ao longo de sete encontros, contendo 50 minutos cada um deles. Nesses encontros as problematizações serão o pontapé inicial para a elaboração do Aquecedor Solar de Baixo Custo.

Passo 3 - análise da SE: após aplicada a SE é fundamental analisar e avaliar o seu desenvolvimento e a aprendizagem dos alunos, bem como as limitações e possibilidades apresentadas por esta SE. Após a elaboração do ASBC, será feito um experimento sobre Condução Térmica, a fim de retomar alguns conceitos e consolidar a construção do conhecimento pelos estudantes.

Passo 4 - reelaboração do material: a reelaboração da SE deve ocorrer pelos atores envolvidos, por meio das contribuições adquiridas após a implementação e a análise da SE. Novas problematizações e atividades práticas serão realizadas, a fim de retomar algumas questões-problema de maneira mais científica, propondo assim, a formalização do conteúdo.

III. Etapas para implementar a SE “ASBC” na educação básica:

Etapa 1 - Problematização: apoiada na síntese da SD do Quadro 3, esta primeira etapa refere-se ao tratamento contextualizado dos conceitos a partir da visão pessoal que cada aluno traz do seu cotidiano a respeito do tema. Para o tema “ASBC” podem ser abordadas as seguintes questões (Quadro 4):

Quadro 4 – Questões iniciais para a contextualizar os conceitos relacionados à “Aquecedor Solar de Baixo Custo”

I. Questões iniciais para a contextualização dos conceitos relacionados ao tema “Aquecedor Solar de Baixo Custo”.
a) Você sabe de qual matriz energética vem a água quente do seu chuveiro? b) Vocês acham que os chuveiros elétricos consomem pouca ou muita energia? c) O que podemos fazer para gastar menos energia e diminuir a conta de luz de nossas residências? d) Quando reutilizamos e reciclamos embalagens será que também estamos economizando energia? e) Por que economizar energia é importante para nosso país e para o planeta?

Fonte: elaborado pelos autores

Etapa 2 - Primeira Elaboração: nesta segunda etapa, propõe-se a confecção de um “ASBC” junto com os estudantes da educação básica, a fim de proporcionar a eles um primeiro contato com conceitos científicos envolvidos na problematização da Etapa 1. As orientações para a confecção do “ASBC” estão sintetizadas nas etapas do Quadro 5.

Quadro 5 – Orientações para a confecção de uma “ASBC”

1) Materiais para a confecção do “Aquecedor Solar de Baixo Custo”:

- 60 garrafas PET transparentes de 2 litros;
- 50 caixas de leite longa vida vazias de 1 litro;
- 11 m de canos de PVC de 20 mm e $\frac{1}{2}$ ”;
- 20 conexões T em PVC de 20 mm e $\frac{1}{2}$ ”;
- 1 cano de PVC de 100 mm com 70 cm de comprimento para molde do corte das garrafas PET;
- 1 fita de autofusão ou borracha de câmara de ar;
- 1 estilete;
- 1 L de tinta fosca preta;
- 1 luva;
- 1 martelo de borracha;
- 1 lixa d’água nº 100;
- 1 cola para tubos de PVC;
- 1 arco de serra;
- 5 pregos;
- 1 tábua de madeira com no mínimo 120 mm de comprimento;
- 1 ripa pequena com aproximadamente 15 cm de comprimento;
- 1 fita crepe com largura de 19 mm;
- 2 tampões de PVC de 20 mm e $\frac{1}{2}$ ”;
- 4 conexões L (luvas) de PVC de 20 mm e $\frac{1}{2}$ ”.

A montagem do ASBC com garrafas PET é baseada no modelo desenvolvido pelo Sr. José Alcino Alano, catarinense da cidade de Tubarão. Ele criou o modelo em 2004 e compartilhou sua ideia para que todos pudessem realizá-la. Abaixo serão relatados somente os passos principais. A montagem completa pode ser consultada nos seguintes manuais:

- <https://pt.calameo.com/read/0033256201ddc3e448960>
- <https://www.celesc.com.br/arquivos/manuais/manual-aquecedor-solar.pdf>.

Outras fontes:

PENSAMENTO VERDE. **Como fazer um aquecedor solar caseiro de garrafa PET?** 2013. Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/economia-verde/aquecedor-solar-caseiro-garrafa-pet/>. Acesso em: 22 jan. 2022.

REIS, P. **Como construir um aquecedor solar caseiro com garrafas pet.** 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3Lqb4lz>. Acesso em: 22 jan. 2022.

ECOLMEIA. **Oficina de produção de Aquecedor Solar de Baixo Custo**. 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4YolTRE88J8>. Acesso em: 22 jan. 2022.

Por se tratar de uma TS para a educação básica, estamos propondo neste modelo uma placa solar única de cinco colunas, utilizando desta forma 60 garrafas PET. Os modelos apresentados nos manuais utilizam mais garrafas, uma vez que visam a implementação em residências familiares ou outros espaços como na Figura 1.

Figura 1— ASBC na Creche Joana de Angelis— Tubarão (SC)



Fonte: <https://pt.calameo.com/read/0033256201ddc3e448960>

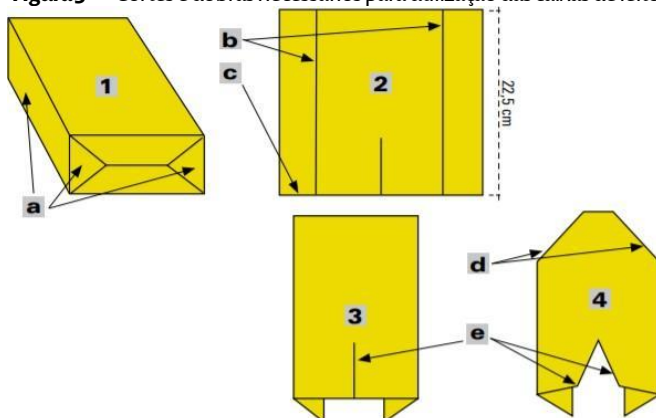
2) Passo a passo para a montagem do “Aquecedor Solar de Baixo Custo”:

De início, os estudantes devem fazer a coleta dos materiais para o desenvolvimento do ASBC. Desta forma, o professor poderá solicitar aos estudantes que tragam de casa caixas de leite e garrafas de refrigerante vazias. Os outros materiais podem ser obtidos em casas de materiais de construção. Com supervisão de responsáveis, os alunos podem ajudar a cortar as caixas de leite e refrigerante e ajudar na pintura das caixas e dos canos.

Figura 2— Corte que deverá ser feito nas garrafas PETs



Fonte: Google imagens (2021)

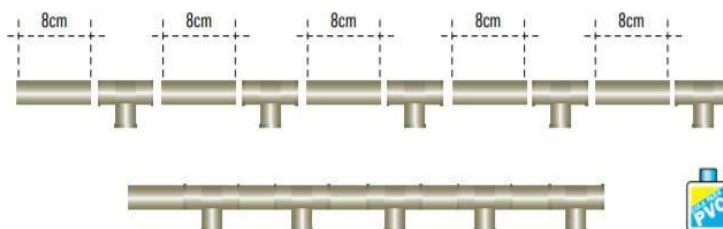
Figura 3 — Cortes e dobras necessários para utilização das caixas de leite

Fonte: Celesc (2021 p. 13)

Figura 4 — Pintura das caixas de leite

Fonte: Ecolmeia (2021) - <https://www.youtube.com/watch?v=4YoITRE88J8>.

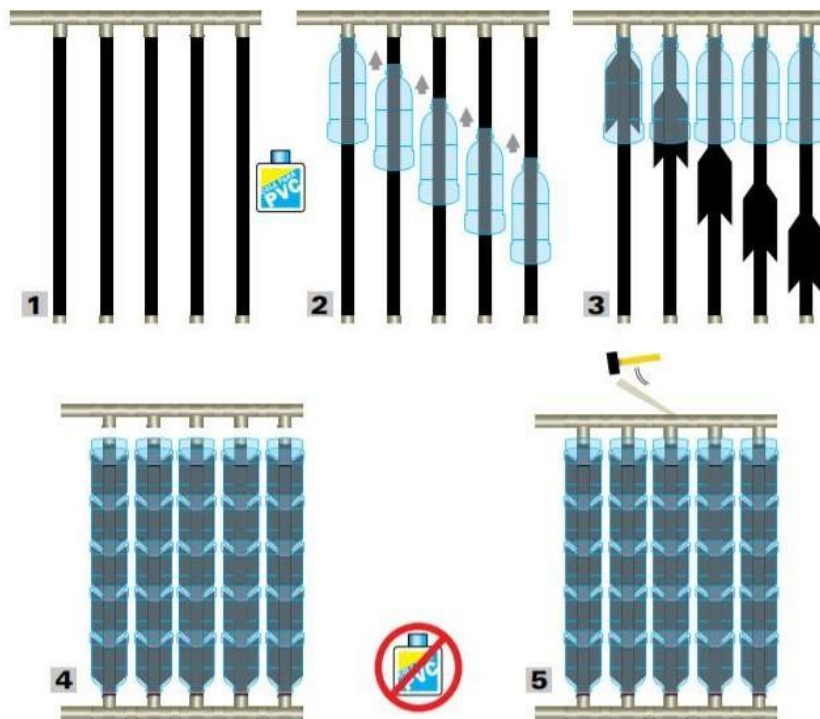
Para o próximo passo, os canos devem ser pintados com tinta preta fosca. Em seguida, vem a montagem dos barramentos superior e inferior, onde se faz uso das conexões T e dos tubos de 20 mm, cortados na medida de 8 cm (Figura 05). O encaixe e a colagem dos canos podem ser executados pelos alunos, mas recomenda-se que o corte dos canos seja feito por um adulto.

Figura 5 — Representação da montagem dos canos de PVC

Fonte: Celesc (2021, p. 16)

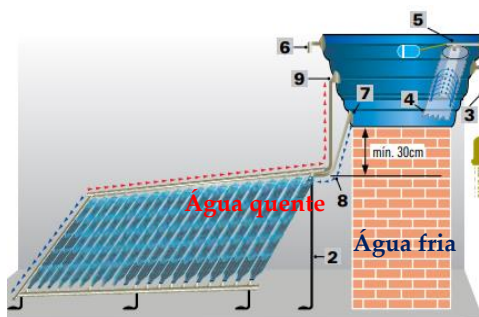
Posteriormente, os canos pintados de preto devem ser conectados ao barramento superior e as garrafas PET devem ser inseridas nestes canos, acopladas umas às outras. Ainda, devem ser inseridas às caixas de leite em cada garrafa, formando desta forma as colunas (as caixas de leite devem ser posicionadas com a face pintada para cima). Finalize com o barramento inferior, que deve ser montado sem o uso de adesivo, mas sim com o auxílio de um martelo de borracha e um sarrafo estreito.

Figura 6– Esquema de montagem da placa solar de garrafas PET em cinco passos



Fonte: Celesc (2021, p.17)

Com a placa solar finalizada, chega o momento da instalação em uma caixa d'água ou tambor. Para este projeto, utiliza-se a circulação por termosifão, onde a água que é aquecida diminui sua densidade (conceito que o professor pode trabalhar com os alunos). Desta forma, ela é empurrada pela água fria (mais densa) para o reservatório de água. É necessário que neste projeto o reservatório de água esteja sempre acima da placa para garantir a circulação da água pela diferença de densidades, como mostrado na Figura 7:

Figura 07 – Esquema da circulação da água por termossifão

Fonte: Celesc (2021, p. 09)

- [1] Entrada de água da rede
- [2] Suportes de fixação
- [3] Distribuição de água quente
- [4] Redutor de turbulência
- [5] Torneira bóia
- [6] Vertedouro (ladrão)
- [7] Pescador giratório
- [8] Água fria para o coletor
- [9] Retorno da água quente

Por se tratar de um TS desenvolvida na educação básica, o aquecedor não precisa ser instalado em uma residência doméstica, pela complexidade e impossibilidade de os alunos participarem deste processo, uma vez que nesta etapa há riscos, como a instalação da placa no telhado. Desta forma, propomos que seja usado um tambor ou caixa-d'água elevado sob uma superfície, com a placa embaixo para funcionamento da circulação por termossifão (Figura 8). O reservatório de água pode ser enchido por uma mangueira e em poucos minutos a circulação inicia. O orientador pode pedir que os alunos toquem nos canos para sentir a diferença de temperatura, provando desta forma que a água realmente está sendo aquecida nas placas (Figura 8).

Figura 8 – Execução do ASBCFonte: Ecolmeia (2021) - <https://www.youtube.com/watch?v=4YoiTRE88J8>

3) Conclusão da Primeira Elaboração:

Para fechar a etapa da Primeira Elaboração, é importante apresentar aos estudantes alguns questionamentos:

Questionamento 1: Vocês conseguem apontar por que o reservatório de água tem que ficar mais elevado que a placa solar?

Questionamento 2: Vocês tocaram nos canos e sentiram diferença de temperatura? Por que a água do cano superior está mais quente?

Questionamento 3: Qual o papel da tinta preta nos canos e nas caixas de leite?

Questionamento 4: Qual o papel das garrafas PET transparentes?

Questionamento 5: Como a água aquecida nas garrafas sobe para o reservatório?

E outras questões identificadas pelo professor.

Fonte: elaborado pelos autores

Etapa 3 - Função da Elaboração e Compreensão Conceitual: para abordar de forma sistemática os conceitos vistos na Etapa 2 (*Primeira Elaboração*), sugere-se retomar as questões da primeira etapa e apresentar novos problemas para serem discutidos a partir de um discurso mais científico (Quadro 6). Nesta etapa, apresentamos um experimento sobre condução térmica, com o propósito de desenvolver o entendimento das palavras representativas da primeira e segunda etapas (Quadro 7).

Quadro 6 – Nova Problematização

Para o experimento de condução de calor:

Questão: O material utilizado na confecção do ASBC influencia no aquecimento da água?

Fonte: elaborado pelos autores

Quadro 7 – Novas atividades práticas**Experimento ilustrativo: condução de calor**

Durante a confecção do aquecedor é possível realizar alguns experimentos, como o da condução de calor. Sugerimos, por exemplo, o desenvolvimento do seguinte experimento ilustrativo:

- Encha uma panela com água e coloque-a para aquecer, deixe a água ferver.
- Pegue três colheres, de preferência com o cabo grande, uma de madeira, outra de ferro e uma de plástico.
- Após a água ferver, desligue o fogo e, com cuidado, coloque as colheres de forma diagonal com o cabo para baixo, deixando a parte côncava para fora da panela.
- Pegue três pedaços pequenos de manteiga e coloque um em cada parte côncava da colher, deixando que os estudantes observem qual irá derreter primeiro.
- O condutor de metal esquenta mais que de madeira, e que, conseqüentemente, é melhor que o plástico.
- O objetivo é que os estudantes cheguem à conclusão de que diferentes tipos de materiais influenciam na condução do calor, que os materiais dependem das suas composições e características químicas e que, de acordo com o material (tipo de colher), ao ser colocado em um outro recipiente com água, poderá aquecer um maior ou menor volume de água.

Figura 09 – Esquema para o experimento ilustrativo: condução de calor



Fonte: WikiHow (2021): <https://bit.ly/3ya6C6R>

Fonte: elaborado pelos autores

Formalização dos conceitos: para finalizar a SE, recomenda-se que seja feita a retomada dos problemas da primeira etapa para serem tratados e discutidos a partir de um discurso mais científico, a partir de novas questões:

Quadro 8 – Formalização dos conceitos

- Qual a importância da densidade da água no ASBC?
- Como vocês avaliam os impactos do uso do ASBC no meio ambiente?
- Para vocês, a confecção do ASBC é viável? Por que as pessoas preferem comprar tecnologias prontas e caras, em vez de confeccionarem a sua?
- Por que utilizar a tinta preta para pintar os materiais do ASBC?
- Você consegue apontar onde há conservação e economia de energia na produção e uso do ASBC?

Fonte: elaborado pelos autores

6.3 Algumas Considerações

Como ressaltado anteriormente, a Situação de Estudo apresentada teve inspiração no trabalho de Fernandes e Allain (2021), na cartilha “Diálogos entre Educação e Permacultura: formando professores para a sustentabilidade – atividades interdisciplinares para a educação básica” (ALLAIN, 2020) que apresenta outras proposições a serem testadas e no “Manual desmontagem e instalação: aquecedor solar de baixo custo – ASBC” (GAMA; ALLAIN, 2021).

Esse trabalho é uma proposição inicial e de caráter interdisciplinar, logo, por esta razão, é importante que haja um diálogo entre todos os envolvidos, sendo assim, todas as propostas e atividades sugeridas no decorrer da SE poderão ser adaptadas ao contexto de cada escola. Lembramos que a interação entre os diferentes agentes e entre as disciplinas é fundamental para o sucesso de qualquer SE. Outro fator importante para o desenvolvimento adequado dessa atividade é a interlocução dos conteúdos teóricos e práticos. Com objetivo de mudar a perspectiva enciclopédica de educação científica, encontrada em muitas escolas brasileiras, esse material busca auxiliar professores e estudantes

a pensarem sobre as relações entre as tecnologias e a sociedade, para além de um uso neutro e acrítico, proporcionando novos significados aos conteúdos curriculares e temas transversais.

Referências

ALLAIN, L. R. (Org.) **Diálogos entre educação e Permacultura**: formando professores para a sustentabilidade – atividades interdisciplinares para a educação básica (cartilha). Diamantina: Editora UFVJM, 2020. 59 p. ISBN: 978- 85-7045-053-1

CELESC. **Aquecedor solar composto de produtos descartáveis**: manual de construção e instalação. Santa Catarina, 2009. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/arquivos/manuais/manual-aquecedor-solar.pdf>

CRUZ, A. B.; GEHLEN, S. T. 'A mecânica do corpo humano': uma Situação de Estudo elaborada na formação inicial de professores de Física da Uesc. In: MASSENA, E. P. (org.) **Situação de Estudo**: Processo de significação pela pesquisa em grupos interinstitucionais. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.

FERNANDES, G. W. R.; ALLAIN, L. R. Diálogos entre situação de estudo e Permacultura: uma proposta interdisciplinar para o ensino de ciências. In: MASSENA, E. P.; RODRÍGUEZ, A. S. M. (org.). **Reconfiguração Curricular no ensino de Ciências**. Ijuí: Editora Unijuí, 2021.

GAMA, B.S.; ALLAIN, L.R. **Manual de montagem e instalação**: aquecedor solar de baixo custo – ASBC. 1. ed. Diamantina, Minas Gerais: UFVJM, 2021. 48 p. ISBN 978-65-87258-56-0. Disponível em: <https://bit.ly/3y5aciC>. Acesso em: 18 fev. 2022.

PEREIRA, F. (Org.). Aquecedor Solar de baixo custo pode ser feito em casa. **Extra**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://glo.bo/3lctevz>. Acesso em: 24 jan. 2022.

PENSAMENTO VERDE. **Como fazer um aquecedor solar caseiro de garrafa PET?** 2013. Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/economia-verde/aquecedor-solar-caseiro-garrafa-pet/>. Acesso em: 22 jan. 2022.

REIS, P. **Como construir um aquecedor solar caseiro com garrafas pet**. 2018. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/como-construir-um-aquecedor-solar-caseiro-com-garrafas-pet/>. Acesso em: 22 jan. 2022.

ECOLMEIA. **Oficina de produção de Aquecedor Solar de Baixo Custo**. 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4YoITRE88J8>. Acesso em: 22 jan. 2022.

Capítulo 7. Situação de Estudo baseada na Bacia de Evapotranspiração

Amanda Gabriela Martins

Ana Carolina Ribeiro de Oliveira

Flávia Rodrigues Pereira

Gabriel Francisco Ferreira Cruz

Rayane Aparecida Soares Martins

Ivone Rodrigues Miranda e Silva

7.1 Introdução

OS DIFERENTES impactos ambientais que têm ocorrido na atualidade, como por exemplo, os níveis elevados de degradação do meio ambiente e a ausência de saneamento básico (sendo um dos graves problemas de poluição tanto do solo quanto da água) estão cada vez mais contribuindo para a proliferação de muitas doenças (MACIEL; FERNANDES, 2011).

Em muitas cidades brasileiras, o tratamento de esgoto não ocorre de maneira adequada, sendo o esgoto jogado nos rios e córregos mais próximos. Com isso, os serviços de saneamento básico são muito importantes, tanto para a dignidade do ser humano quanto para a sua sobrevivência. A título de ilustração, conforme ressaltado pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD, 2015), promovida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população brasileira teve entre 2005 e 2015 uma taxa de crescimento em torno de 1,0%. Desse modo, percebe-se que com o aumento populacional, aumenta também o esgoto sanitário no decorrer dos anos, e tem sido fundamental a busca por tecnologias capazes de reduzir este problema ambiental, uma vez que a falta de saneamento básico atinge diretamente a população mais pobre, além das comunidades rurais. Nestas localidades, é muito comum a construção de fossas negras, que acabam proporcionando a contaminação do solo e do lençol freático. E muitas vezes, nas comunidades

rurais, existem também as cisternas, que são reservatórios de água subterrânea, destinada ao consumo humano, resultando assim na contaminação da própria água que será consumida.

A contaminação do solo e dos lençóis freáticos é um problema em todo o território nacional. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 47,4% da população do país não tem acesso à rede coletora de esgoto. Além de insuficientes, as redes coletoras de esgoto são mal distribuídas, pois estão mais presentes nas áreas urbanas e nas regiões mais ricas do país. A falta de saneamento básico causa diversos impactos sociais, a poluição e as doenças provenientes do esgoto não tratado diminuem a qualidade de vida da população mais pobre e isso intensifica a desigualdade social.

Desse modo, é necessário recorrer a alternativas para que se possa minimizar tanto o processo de exclusão na sociedade, quanto os impactos ambientais por meio de diferentes políticas públicas. Com isso, os processos científicos e tecnológicos têm proporcionado a construção e o desenvolvimento de várias TS. Neste sentido, conforme ressaltam Barbosa *et al.* (2019), uma proposta para auxiliar diferentes comunidades é a construção da Bacia de Evapotranspiração (BET), que se destina ao saneamento ecológico, propondo a reciclagem de águas negras (ou águas pretas) e seus nutrientes, de forma a produzir alimento e biomassa.

A BET é uma TS que busca apresentar soluções para o tratamento de esgoto, principalmente em zonas rurais e comunidades mais pobres, pois é uma tecnologia de fácil construção na própria residência que, além de apresentar uma solução para o grupo familiar, tem uma eficácia e uma viabilidade econômica e social em prol do tratamento de esgotos domiciliares.

Nesse contexto, este capítulo propõe o desenvolvimento coletivo da TS “Bacia de Evapotranspiração”, no âmbito escolar, a partir da perspectiva curricular Situação de Estudo (SE), para auxiliar o professor da área de Ciências da Natureza a desenvolver seu processo educativo, fazendo uso da interdisciplinaridade, ou seja, estabelecendo relações com outras disciplinas ou ramos de conhecimento, envolvendo a participação de estudantes, professores, famílias, universitários e especialistas (FERNANDES; ALLAIN, 2021).

7.2 Práticas de Permacultura e a Tecnologia Social “Bacia de Evapotranspiração”

Segundo Lopes (2020), TS podem ser técnicas, processos ou artefatos que se articulam com elementos sociopolíticos e culturais, cujo objetivo é atender demandas de uma comunidade, como por exemplo, solucionar o problema da poluição decorrente da destinação inadequada do esgoto. Sendo assim, abordaremos neste capítulo a TS “Bacia de Evapotranspiração (BET)”, como uma técnica utilizada pela Permacultura para o tratamento de esgoto doméstico.

A TS BET será apresentada como uma SE, uma vez que essa TS proporciona a abordagem de diferentes conceitos e princípios éticos, políticos e sociais relacionados à saúde pública, no contexto brasileiro, que estão relacionados com o acesso e a qualidade aos serviços de saneamento, que se apresenta como um dos maiores problemas ambientais de nossa sociedade. Neste sentido, podemos relacionar os princípios éticos da Permacultura com os conteúdos escolares das Ciências da Natureza e suas Tecnologias: poluição, sustentabilidade, ecologia, fontes limpas de energia, bom uso de recursos renováveis etc. (FERNANDES; ALLAIN, 2021).

Essa TS constitui-se de um tanque impermeabilizado, composto/preenchido por diferentes camadas de materiais filtrantes e plantado com espécies vegetais de folhas largas. Neste sistema, ocorrem processos naturais de decomposição da matéria orgânica, absorção dos nutrientes, bem como a evapotranspiração da água pelas plantas e pelo solo. Uma grande vantagem desse sistema é promover a reciclagem de água e de nutrientes por meio da produção de biomassa e alimentos. (CALVÃO; ALLAIN, 2021).

Desta forma, a BET tem o objetivo de reduzir os níveis de contaminação, provocados pelo descarte inadequado dos resíduos diretamente ao solo, além de proporcionar uma melhor qualidade de vida da população atendida por esta tecnologia. O desenvolvimento deste tema na educação básica visa reconfigurar o currículo de Ciências atual, por meio de uma SE, para dar ênfase às conexões entre os conteúdos escolares e a realidade dos estudantes e suas comunidades.

7.3 Situação de Estudo baseada na Permacultura e na Tecnologia Social “Bacia de Evapotranspiração”

I. Alguns aspectos da SE “Bacia de Evapotranspiração” para organizar os conteúdos escolares:

1) Relevância social do tema: a SE a partir da TS “BET” foi organizada a partir da temática *Saneamento Ecológico*, que tem o objetivo de fazer com que os estudantes possam relacionar conteúdos e conceitos científicos às práticas de tratamento domiciliar de águas pretas que são advindas do vaso sanitário em zonas urbanas e/ou rurais. O tema é relevante porque busca apresentar uma solução ecologicamente correta, economicamente viável e socialmente justa para a poluição causada pela falta de saneamento básico, sofrida por grande parte da população brasileira. Além disso, materiais frequentemente descartados indevidamente, como pneus e entulho de obra, são utilizados no processo de construção da BET, o que contribui para minimizar outro grave problema ambiental: a destinação incorreta dos resíduos.

2) Aproximação da realidade do aluno para pensar os conteúdos que serão abordados: os conceitos presentes na SE “Bacia de Evapotranspiração” podem ser abordados de forma interdisciplinar e integrada com várias áreas do conhecimento, incorporando conteúdos de Biologia, Física, Química, Matemática, História, Geografia etc. (Quadro 1).

Quadro 1 – Conceitos organizados por componente curricular para a SE “Bacia de Evapotranspiração”

Componente curricular	Principais conteúdos
<i>Biologia</i>	Microrganismos decompositores; Doenças parasitológicas; Contaminação do solo; Tratamento d’água; Reutilização de materiais (entulho e pneus) etc.
<i>Física</i>	Energia dos ambientes.
<i>Química</i>	Ciclo dos nutrientes e decomposição dos materiais.

<i>Matemática</i>	Medida de comprimento e perímetros, áreas, volumes e suas medidas.
<i>Geografia</i>	Saneamento básico; Lençol freático; Fatores determinantes da Evapotranspiração.
<i>História</i>	Levantamentos históricos sobre saneamento básico no Brasil; Surgimento de práticas populares.

Fonte: elaborado pelos autores

3) *Elaboração e produção da SE a partir de diálogos interdisciplinares, envolvendo agentes de diversas áreas das Ciências:* A elaboração da SE “Bacia de Evapotranspiração” teve a participação do PIBID Ciências Biológicas/ UFVJM (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência), formado por licenciandos, professores da educação básica e docentes da UFVJM. Também contou com o apoio dos pesquisadores do Grupo de Estudos e Práticas em Permacultura (GEPP/ UFVJM) e do Espaço Educacional Contraponto, formado por especialistas em Permacultura. Foram realizados encontros formativos (Quadro 2), a fim de apresentar e aprofundar as temáticas necessárias para a elaboração da SE “Bacia de Evapotranspiração”, tendo como principais materiais de apoio o trabalho de Fernandes e Allain (2021), a cartilha “Diálogos entre Educação e Permacultura: formando professores para a sustentabilidade – atividades interdisciplinares para a educação básica” (ALLAIN, 2020), bem como a cartilha “Ecotecnologias Sociais” (CALVÃO; ALLAIN, 2021).

Quadro 2 – Temáticas apresentadas e abordadas nos Encontros Formativos do PIBID em parceria com o GEPP/UFVJM para inspiração da SE “Bacia de Evapotranspiração”

Dias	Tema	Participantes dos Diálogos Interdisciplinares
24/11/2021	Tecnologias Sociais e a Permacultura numa perspectiva interdisciplinar para o Ensino de Ciências	Pibidianos(as) e professores supervisores da educação básica Profa. Luciana Allain (UFVJM); Profa. Alessandra Lopes Calvão (Espaço Educacional Contraponto); Discente Beatriz Soligo Gama (UFVJM)
15/12/2021	‘Situação de Estudo’ como reconfiguração curricular	Pibidianos(as) e professores supervisores da educação básica

		Coordenador do PIBID Ciências Biológicas: Prof. Geraldo Fernandes; Profa. Alessandra Lopes Calvão (Espaço Educacional Contraponto);
19/01/2022	Atividades Práticas	Coordenador do PIBID: Prof. Geraldo Fernandes;
Dez./2021 Jan./2022	Elaboração da SE “Bacia de Evapotranspiração”	Pibidianos(as) Professores supervisores da educação básica Coordenadores de área do PIBID Ciências Biológicas Profa. Alessandra Lopes Calvão (Espaço Educacional Contraponto)

Fonte: elaborado pelos autores

II. Elaboração da SE “Bacia de Evapotranspiração” a partir de quatro passos:

Passo 1 - a elaboração da SE em coletivo: para o desenvolvimento da SE “Bacia de Evapotranspiração”, alguns elementos da sua elaboração e aplicação estiveram presentes e estão caracterizados no Quadro 3:

Quadro 3 – Elementos que caracterizam a elaboração da SE “Bacia de Evapotranspiração”

1. Problematização sobre o tratamento ecológico das águas negras (vaso sanitário);
2. Materiais necessários para a confecção da “Bacia de Evapotranspiração”;
3. Etapas de montagem da “Bacia de Evapotranspiração”;
4. Compreensão dos conceitos de doenças parasitológicas; contaminação do solo; tratamento d’água; energia dos ambientes; ciclo dos nutrientes e decomposição dos materiais; lençol freático; fatores determinantes da evapotranspiração; cálculo de medidas; etc.
5. Atividade de campo sobre saneamento básico;
6. Demonstração do ciclo dos nutrientes;
7. Etapas de montagem da Bacia de Evapotranspiração;
8. Atividades avaliativas e de aplicação sobre a temática.

Fonte: elaborado pelos autores

O planejamento desta SE está estruturado em forma de uma Sequência Didática (SD), seguido de orientações das Três Etapas para implementar a SE

“Bacia de Evapotranspiração” na educação básica: 1 – Problematização; 2 – Primeira Elaboração; 3 – Função da Elaboração e Compreensão Conceitual (FERNANDES; ALLAIN, 2021; CRUZ; GEHLEN, 2016). Essas etapas estão sintetizadas no Quadro 4 e aprofundadas no tópico III “Etapas para implementar a SE “Bacia de Evapotranspiração” na educação básica”, com o objetivo de facilitar o seu desenvolvimento junto aos estudantes da educação básica.

Quadro 4— Síntese da SD que caracteriza a elaboração da SE “Bacia de Evapotranspiração”

Etapas	Nº de encontros/ duração	Subtema da Etapa	Conteúdos Conceituais	Descrição, Estratégias e Recursos
1. Problematização	2 encontros (50 min. cada)	Saneamento básico e saúde pública.	Ciclo da água, poluição do solo e da água, tratamento de esgoto e da água, doenças parasitológicas.	Discussão com os alunos sobre os desafios do tratamento do esgoto domiciliar (Quadro 5). Debate a partir do vídeo: https://youtu.be/5SuLP1SD5sg Resolução de questões sobre conceitos chave da temática.
2. Primeira Elaboração	4 encontros (50 min. cada)	Destinação e tratamento do esgoto domiciliar.	Decomposição, evapotranspiração, filtração, microrganismos, volume, unidades de medida.	Apresentação da BET e explicação sobre o seu funcionamento: https://youtu.be/LtwHgnStEg Acompanhamento da construção de uma BET. Discussão sobre o processo de construção da BET e os principais conceitos envolvidos (Quadro 6).
3. Função da Elaboração e Compreensão Conceitual	2 encontros (50 min. cada)	Sustentabilidade e reutilização de materiais	Saneamento básico, lençol freático, ciclo dos nutrientes e decomposição dos materiais.	Resolução de questões sobre conceitos chave da SE (Quadro 7). Confeção de uma maquete da BET, ilustrando as etapas do tratamento do esgoto (Quadro 8 e Figura 11). Realização de uma oficina, onde os alunos irão explicar o processo de criação da BET, por meio de um modelo de maquete da BET (Figura 11).

Fonte: elaborado pelos autores

Passo 2 - implementação da SE: a implementação da SE “Bacia de Evapotranspiração” deve ser realizada com os estudantes do ensino fundamental II, de preferência os últimos anos, mas pode ser adaptada para o ensino médio da educação básica, e deve ser sempre acompanhada pelos atores envolvidos na elaboração da SE. Esta SE será desenvolvida na educação básica por meio de três etapas: 1) problematização; 2) primeira elaboração; 3) função da elaboração e compreensão conceitual.

Passo 3 - análise da SE: após aplicada a SE é fundamental analisar e avaliar o seu desenvolvimento e a aprendizagem dos alunos, bem como as limitações e possibilidades apresentadas por esta SE;

Passo 4 - reelaboração do material: a reelaboração da SE deve ocorrer pelos atores envolvidos, por meio das contribuições adquiridas após a implementação e a análise da SE.

II. Etapas para implementar a SE “Bacia de Evapotranspiração” na educação básica

Etapa 1 - Problematização: a partir da síntese da SD do Quadro 4, esta primeira etapa refere-se ao tratamento contextualizado dos conceitos sugeridos do Quadro 3, a partir da visão pessoal que cada aluno traz do seu cotidiano a respeito do tema. Para o desenvolvimento da SE “Bacia de Evapotranspiração”, podem ser abordadas diferentes questões, como sugere o Quadro 5:

Quadro 5 – Questões iniciais para a contextualizar os conceitos relacionados à
“Bacia de Evapotranspiração”

I. Questões iniciais para a contextualização dos conceitos relacionados ao tema “Bacia de Evapotranspiração”.

- a) De onde vem a água que abastece sua casa?
- b) Para onde vai a água da descarga da sua casa?
- c) No seu bairro/comunidade, existe rede esgoto ou fossa?
- d) Você acha importante que o esgoto seja tratado?
- e) Quais são os problemas do descarte inadequado do esgoto?
- f) Você sabe como o esgoto é decomposto?
- g) Como é realizada a absorção de nutrientes pelas plantas?
- h) Você imagina que tipos de plantas podem ser usadas numa bacia de evapotranspiração?

Fonte: elaborado pelos autores

Etapas 2 - Primeira Elaboração: nesta segunda etapa, propõe-se como confecção uma “Bacia de Evapotranspiração” na escola, junto com os estudantes da educação básica, a fim de proporcionar a eles um primeiro contato com conceitos científicos envolvidos na problematização da Etapa 1. Devido à complexidade do desenvolvimento da BET, os estudantes podem acompanhar a construção por etapas. Caso seja difícil a construção da BET na escola ou na casa de um dos estudantes, o professor pode optar por fazer uma representação em forma de maquete. As orientações para a confecção da “Bacia de Evapotranspiração” estão sintetizadas nas etapas do Quadro 6.



Outras fontes:

ASSIS, C. A. **A melhor fossa ecológica TEVAP**, veja e aprenda para fazer em sua casa, 10 jul. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=q3ORMvgqaaY>. Acesso em 16 fev. 2022.

DIAS, I. DE; LELIS, J. L. F.. Saneamento rural: tanque de evapotranspiração. **Emater** - DF. FOLDER. 2019.

Espaço Educacional Contraponto. **Saneamento Ecológico: BET - Bacia de Evapotranspiração - Aprenda a Fazer**. Youtube. 28 set. 2019. Disponível em: <https://youtu.be/LtwHgi>

StEg. Acesso em 14 fev. 2022.

FIGUEIREDO, I. C. S.; SANTOS, S. C.; TONETTI, A. L. **Tratamento de Esgoto**. Campinas, SP: Biblioteca/Unicamp, 2018.

TIBURCIO, I. C. S. BET - **Bacia de evapotranspiração**. Youtube. 21 jul. 2021. Disponível em: https://youtu.be/Soxv3UKjv_Q. Acesso em 14 fev. 2022.

MONTEIRO, P. BET: Como tratar o esgoto de forma ecológica. **Ecoeficientes**-Escritório de arquitetura especializado em sustentabilidade, s.d. Disponível em: <http://www.ecoeficientes.com.br/bet-como-tratar-o-esgoto-de-forma-ecologica/>. Acesso em 16 fev. 2022.

Quadro 6 – Orientações para a confecção de uma “Bacia de Evapotranspiração”

1) Materiais para a confecção da “Bacia de Evapotranspiração”:

Medidas com dimensões para atender 5 pessoas.

1. Cimento: 15 sacos;
2. Areia lavada média: 2,5 m³;
3. Brita número 1: 2,0 m³;
4. Tela de estuque ou de galinheiro, pinteiro ou viveiro: 14 m;
5. Entulho de construção (tijolos, cerâmica, blocos de concreto) ou tapiocanga (tipo de rocha formado a partir da Plintita que é uma formação constituída da mistura de material de argila, pobre em carbono orgânico e rica em ferro, ou ferro e alumínio, com grãos de quartzo e outros minerais): 5 m³;
6. Pneus usados: 30 unidades;
7. Cano de esgoto 100 mm: 2 m;
8. Aditivo plastificante (impermeabilizante): 18 L;
9. Liga para argamassa líquida: 1 L;
10. Manta Geotextil 31 KN/m: 20 m²;
11. Arame galvanizado BWG 18: 1 kg;
12. Tijolo 8 furos 9 x 19 x 19 cm: 70 unidades.

2) Passo a passo para a montagem da “Bacia de Evapotranspiração”:

Passo 1—Construção da Bacia de Evapotranspiração:

- Cavar uma vala de 1,10 metros (profundidade) x 2,10 metros (largura) x 5,20 metros (comprimento);

Figura 1— Escavação do solo.



A construção da Bacia de Evapotranspiração, consiste na escavação do solo, onde se delimita 2 m² por habitante da residência. O local para construção da BET, deve ser realizado em grande incidência de luz solar.

Fonte: <https://bit.ly/3y9LMnV>

- Chapiscar as paredes internas;
- Sobre o chapisco, colocar a tela estuque (ou tela de galinheiro, pinteiro ou viveiro) fixada com grampo feito com o arame galvanizado BWG 18;
- Sobre a tela, aplicar uma camada de 5 centímetros de reboco de cimento forte (2 partes de areia lavada média para 1 parte de cimento);
- Fazer o acabamento das paredes com uma fileira de tijolos em torno das quatro bordas;
- Fazer o piso de concreto com espessura de 5 cm;
- No encontro entre o piso/parede, fazer acabamento de forma arredondada, para não ficar com quina;

Figura 2 – Impermeabilizar escavação com ferro



Fonte: <https://bit.ly/3OTmbFY>

Figura 3 – Impermeabilizar escavação com cimento



Fonte: <https://bit.ly/3y6vtrS>

- Fazer a cura do concreto: molhar 2 vezes por dia, durante 3 dias.
- Depois de rebocado e seco, o tanque estará pronto para receber o material de enchimento.

Passo 2 - Preenchimento do interior

- Posicionar os pneus unidos, formando um tubo, a saída do cano do esgoto deverá cair dentro do tubo;

Figura 4 – Construção da câmara de pneus e adicionando os entulhos de obras



Fonte: <https://bit.ly/3MJcs2O>

Figura 5 – Dutos de inspeção



Fonte: <https://bit.ly/3Ks2CRu>

- Colocar entulho grosso até a altura do tubo formado pelos pneus, por volta de 60 cm;
- Colocar manta geotêxtil no interior da BET;
- Colocar uma camada de 10 cm de brita ou cascalho;
- Colocar uma camada de areia lavada de 10 cm.

Figura 6 – Camadas de materiais (brita/areia/terra)



Fonte: <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/projeto-do-governo-incentiva-tratamento-ecologico-de-esgoto-domestico-na-regiao-central>

- Por último, colocar uma camada de terra de 60 cm de maneira abaulada para plantar as espécies recomendadas;
- Espécies recomendadas: bananeira, taioba, copo de leite, estrelícia, entre outras espécies de folhas largas e que demandam muita água.

Figura 7 – Plantio de espécies recomendadas



Fonte: <https://www.totalconstrucao.com.br/fossa-ecologica/>

Algumas orientações:

- ❖ A montagem do sistema de tratamento de esgoto do tipo "bacia de evapotranspiração" (BET) segue as normas da NBR 7229/93, com instalação de duas caixas. A primeira é a séptica que recebe os dejetos provenientes dos banheiros (águas negras) (Figuras 8 e 9) e a segunda caixa é a bacia de evapotranspiração, instalada na sequência para receber o material líquido, pois o sólido fica retido na primeira.

Figura 8 – Sistema de tratamento de esgoto modelo BET



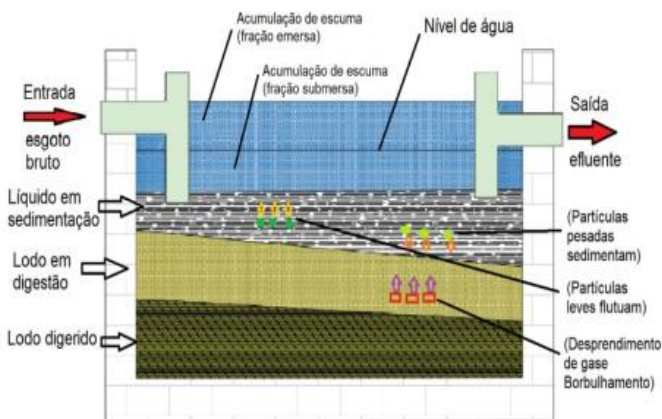
Fonte: <https://bit.ly/3sobxDi>

Figura 9 – Exemplo de uma caixa séptica construída



Fonte: <https://bit.ly/3KsOirP>

- ❖ A construção da caixa séptica é importante para fazer o pré-tratamento do efluente. O material sólido fica retido no fundo da caixa e o efluente líquido vai para a bacia de evapotranspiração. Para uma família (sete pessoas), delimita-se 2,50 metros de comprimento, 1,50 metros de profundidade e 1,0 metro de largura.

Figura 10 – Funcionamento da caixa séptica

Fonte: Associação Brasileira de Normas e Técnicas—ABNT NBR 7229/1993

3) Conclusão da Primeira Elaboração:

Para fechar a etapa da Primeira Elaboração é importante apresentar aos estudantes alguns questionamentos:

- 1) O que será que acontece dentro dos pneus?
- 2) Por que temos materiais com diferentes tamanhos e granulometrias (entulho, cascalho, areia) no interior da bacia? Que processo ocorre aí?
- 3) Como as bananeiras irão absorver a água?
- 4) As bananas são seguras para o consumo?
- 5) Pode-se usar outras plantas ao invés das bananeiras? Por quê?

Fonte: elaborado pelos autores

Etapa 3 - Função da Elaboração e Compreensão Conceitual: para abordar de forma sistemática os conceitos vistos na Etapa 2, sugere-se retomar as questões da primeira etapa e apresentar novos problemas para serem discutidos a partir de um discurso mais científico (Quadro 7). Nesta etapa, apresentamos a importância dos conceitos com o propósito de desenvolver o entendimento das palavras representativas da primeira e segunda etapas (Quadro 8).

Quadro7 – Nova Problematização

1. *Para a apresentação de como fazer uma bacia de evapotranspiração:*
 - a) Qual a importância da caixa séptica para a bacia de evapotranspiração?
2. *Para a apresentação sobre o saneamento básico:*
 - a) Qual a importância do tratamento do esgoto?

Fonte: elaborado pelos autores.

Quadro8 – Novas atividades práticas

- 1) Elaborar uma maquete da BET identificando cada etapa do processo (Figura11)
- 2) Responder questões que abordem o tema.
- 3) Pedir ao aluno que demonstre em forma de desenho o que foi apresentado.

Fonte: elaborado pelos autores

Figura11– Exemplo de elaboração de uma maquete da Bacia de Evapotranspiração



Representações

- Caixa de sapato= vala da BET
- EVA cinza= vedação
- Rolo de papel higiênico= pneus
- Algodão= entulho
- Bolinhas de isopor= britas
- Farinha de trigo+glitter+cola branca= areia
- Papel crepom marrom= terra
- Canudo descartável= canos
- Palitos para churrasco= caule das plantas



Fonte: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/26948_14040.pdf

Passo a passo

• Antes de montar a maquete, é importante realizar algumas etapas:

1. Recorte uma das laterais maiores e a tampa da caixa de sapato;
2. Com auxílio de um palito para churrasco, faça um buraco em cada lateral da caixa (o buraco é para encaixar o canudo descartável, então não faça um buraco muito grande);
3. Pinte de marrom a parte externa da caixa de sapato, com auxílio de um pincel, e deixe secar;
4. Com cola quente, cole o EVA cinza na parte interna da caixa de sapato;
5. Faça um buraco pequeno em uma das extremidades do rolo de papel higiênico com auxílio do palito para churrasco (o buraco é para encaixar o canudo descartável, então não faça um buraco muito grande);
6. Pinte de preto o rolo de papel higiênico, e deixe secar. Posteriormente, faça algumas linhas com tinta branca, representando as divisórias de cada pneu, e deixe secar;
7. Pinte de cinza as bolinhas de isopor, e deixe secar;
8. Coloque no pote descartável cola, farinha de trigo e glitter dourado e misture;



•Agora é a etapa de montagem da maquete, pegue como referência a imagem acima:

1. Cole o rolo de papel higiênico de uma lateral a outra da caixa;
2. Recorte os canudos descartáveis (cerca de 5 cm) e cole no buraco do papel papel higiênico e laterais da caixa;
3. Cole uma camada de algodão por cima do rolo de papel higiênico;
4. Em cima da camada de algodão, faça uma camada com a mistura da cola, farinha e glitter;
5. Amasse o papel crepom marrom, e cuidadosamente desamasse e cole uma camada desse papel por cima da camada de cola, farinha e glitter.
6. Faça alguns desenhos de bananeiras, taiobas...; posteriormente recorteas.
7. Quebre alguns palitos para churrasco (cerca de 5cm), e cole no verso dos desenhos de bananeiras, taiobas. Fixe-os no papel crepom marrom.
8. Finalize colando a caixa na placa de papel crepom.

Fonte: elaborado pelos autores.

Formalização dos conceitos: poderá ser feita pela retomada dos problemas da primeira etapa para serem tratados e discutidos a partir de um discurso mais científico, por meio de novas questões (Quadro 9):

Quadro 9 – Formalização dos conceitos

1. Doenças Parasitológicas;
2. Saneamento básico;
3. Lençol freático;
4. Energia dos ambientes;
5. Ciclo dos nutrientes e decomposição dos materiais;
6. Medidas de comprimento e perímetros, área, volume e suas medidas;
7. Evapotranspiração;
8. Levantamento histórico do Saneamento básico no Brasil;
9. Surgimento de práticas populares.

Fonte: elaborado pelos autores

7.4 Algumas Considerações

Como ressaltado anteriormente, a SE apresentada teve inspiração no trabalho de Fernandes e Allain (2021) e na cartilha “Diálogos entre Educação e Permacultura: formando professores para a sustentabilidade – atividades interdisciplinares para a educação básica” (ALLAIN, 2020), além da cartilha “Ecotecnologias sociais” (CALVÃO; ALLAIN, 2021).

A Situação de Estudo apresentada coloca os estudantes em contato direto com a Permacultura e sua filosofia de vida. Corrêa e Silva (2016) apontam que é papel dos educadores proporcionar novas situações de aprendizagem, pois elas estimulam a curiosidade, o que contribui para o desenvolvimento do senso crítico. Com o desenvolvimento dessa SE, possibilitamos a autonomia do aluno, colocando-o como protagonista do ato de estudar. Esta proposta também possibilita o entendimento pleno do que é uma bacia de evapotranspiração, além de pontuar a importância dessa Tecnologia Social para a preservação do meio ambiente e para as pessoas que dela necessitam. Por fim, esta SE pode ajudar na disseminação de uma cultura de cuidado: com a Terra, com os outros e com o próximo, assim como nos ensina a Permacultura.

Referências

ALLAIN, L. R. (org.) **Diálogos entre educação e Permacultura**: formando professores para a sustentabilidade – atividades interdisciplinares para a educação básica (cartilha). Diamantina: Editora UFVJM, 2020. 59 p. ISBN: 978-85-7045-053-1

ASSIS, C. A. **A melhor fossa ecológica TEVAP**, veja e aprenda para fazer em sua casa, 10 jul. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=q3ORMvgqaaY>. Acesso em 16 fev. 2022.

BARBOSA, A. C.; COASACA, R. L.; FIGUEIREDO, I. C. S.; MAGALHÃES, T. M.; MIYAZAKI, C. K.; SCHNEIDER, J.; TONETTI, A. L. Bacia de Evapotranspiração (BET): uma forma segura e ecológica de tratar o esgoto de vaso sanitário. **Revista DAE**, n. 220, v. 67, São Paulo, Edição Especial - Novembro 2019.

BAUMGARTEN, M. Tecnologia. In: CATTANI, A.; HOLZMANN, L. **Dicionário de trabalho e tecnologia**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2006. p. 288-292.

CALVÃO, A. L.; ALLAIN, L. R. **Ecotecnologias Sociais**. (cartilha) 1 ed. Diamantina, Minas Gerais: UFVJM, 2021. 48 p. ISBN 978-65-87258-56-0. Disponível em: <https://bit.ly/373CgHO>. Acesso em: 18 jan. 2022.

CORRÊA, L. B.; SILVA, M. D. S. Educação ambiental e a Permacultura na escola. **Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental**. E-ISSN 1517-1256, v. 33, n.2, p. 90-105, maio/ago., 2016.

CRUZ, A. B., GEHLEN, S. T. ,A mecânica do corpo humano⁶: uma Situação de Estudo elaborada na formação inicial de professores de Física da Uesc. *In*: MASSENA, E. P. (org.) **Situação de Estudo**: Processo de significação pela pesquisa em grupos interinstitucionais. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.

GOMES, J. R. S.; CAPITÓ, A. C. P.; JÚNIOR, I. M. P.; DA SILVA, D. F. Bacia de evapotranspiração - uma tecnologia alternativa para coleta e tratamento de esgoto doméstico. **Interfaces Científicas - Exatas e Tecnológicas**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 175–187, 2020. DOI: 10.17564/2359-4942.2020v4n1p175-187. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/exatas/article/view/9127>. Acesso em: 14 fev. 2022.

FERNANDES, G. W. R.; ALLAIN, L. R. Diálogos entre situação de estudo e Permacultura: uma proposta interdisciplinar para o ensino de ciências. *In*: MASSENA, E. P.; RODRÍGUEZ, A. S. M. (org.). **Reconfiguração Curricular no ensino de Ciências**. Ijuí: Editora Unijuí, 2021.

LOPES, T. G. R. **Desenvolvimento e manejo de tecnologias sociais de base agroecológica na promoção do saneamento rural em Ituberá**. Bahia: Tássio Gabriel Ribeiro Lopes. Salvador, 2020.

MACIEL, A. L. S.; FERNANDES, R. M. C. Tecnologias sociais: interface com as políticas públicas e o Serviço Social. **Serviço Social & Sociedade**, n. 105, p. 146- 165, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ssoc/a/LsQKDK4RTMNy3DsRQqWC9Ln/>. Acesso em: 23 jan. 2022.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. Situação de estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências. **Espaços da Escola**, Ijuí: Editora Unijuí, v.1, n. 41, p. 45-60, jul/set. 2001.

MOLLISON, B.; SLAY, R. M. **Introdução à Permacultura**. Tradução André Soares, MA/SDR/PNFC, Brasília: DF, 1998.

MONTEIRO, P. BET: Como tratar o esgoto de forma ecológica. **Ecoeficientes**- Escritório de arquitetura especializado em sustentabilidade, s.d. Disponível em: <http://www.ecoeficientes.com.br/bet-como-tratar-o-essoto-de-forma-ecologica/>. Acesso em 16 fev. 2022.

PNAD. Pesquisa nacional por amostra de domicílios. **Síntese de indicadores 2015**. Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 108 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98887.pdf>. Acesso em: 14 fevereiro de 2022.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL / Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento **Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto** - Visão Geral ano de referência 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3MzGENY>. Acesso em: 14 fevereiro de 2022.

Capítulo 8. Situação de Estudo baseada na Captação de Água de Chuva

Hanna Viana Barroso

Juliana Alves Torres Gomes

Geovanna Bonfim de Souza

Larissa Campos Miranda

Samuel Giordani

8.1 Introdução

Aspectos históricos e sociais do aproveitamento de água da chuva

A ÁGUA é tida como um elemento fundamental para a manutenção da vida, por isso, ao discutirmos este tema no contexto escolar, também temos a possibilidade de discutir outras subtemáticas: sobrevivência da espécie humana, conservação e equilíbrio da biodiversidade e das relações entre os seres vivos e seus ambientes naturais etc. (BACCI; PATACA, 2008).

Além da sua influência biológica, a história da humanidade foi escrita com base na disposição deste recurso. Ele determinou a ocupação de territórios, decidiu batalhas e é determinante para o futuro das próximas gerações (BACCI; PATACA, 2008). Porém, ao longo do tempo, a espécie humana tem realizado cada vez mais alterações no meio ambiente, modificando o modo como nos relacionamos com a água. Antes um bem natural, a água passa a ser considerada como um mero recurso, e vem sendo utilizada de forma descontrolada, sem uma devida avaliação das consequências do seu mau uso para o meio ambiente. (BACCI; PATACA, 2008).

Atualmente, presenciamos a ocorrência da escassez de água em algumas regiões do planeta, que, geralmente, está relacionada ao crescimento

populacional, à ocupação do solo pelo homem, à poluição e contaminação de águas superficiais e subterrâneas. Por isso, hoje, nos encontramos em situações de crise de abastecimento, atingindo aspectos sociais, econômicos, culturais, tecnológicos e ambientais (BACCI; PATACA, 2008).

Pensando em levar essa temática e subtemáticas para o contexto escolar, uma possível alternativa é desenvolver uma Situação de Estudo (SE) baseada na TS “Captação de água da chuva” para fomentar discussões sobre a necessidade de garantir o fornecimento de água durante os períodos de estiagem. Essa TS vem sendo utilizada pela humanidade há milhares de anos e no Brasil há cerca de vinte anos. Essa tecnologia nos possibilita reduzir o consumo de água, minimizar riscos de enchentes, preservar o meio ambiente e reduzir a escassez de recursos hídricos. Carvalho (2013) cita diversas vantagens e algumas desvantagens do aproveitamento de água da chuva (Quadro 1):

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens do aproveitamento de água da chuva

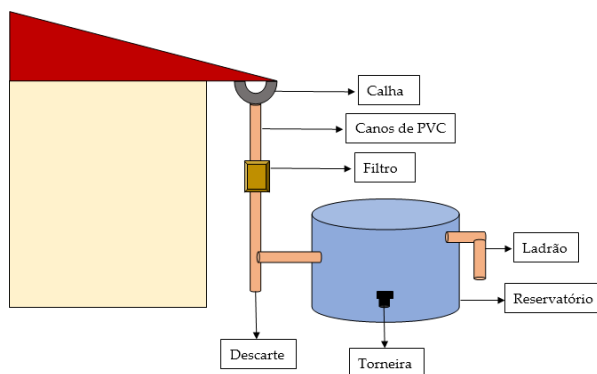
Vantagens	Desvantagens
Baixo impacto ambiental; Utilização de estruturas existentes na edificação (telhados, lajes e rampas); Água com qualidade aceitável para vários fins, com pouco ou nenhum tratamento; Complementa o sistema convencional; Conveniência (o suprimento ocorre no ponto de consumo); Baixos custos de operação e manutenção; Qualidade relativamente boa (principalmente quando a captação é feita em telhado); Fácil manutenção; As tecnologias disponíveis são flexíveis.	Custo mais alto quando comparada com outras fontes; Suprimento é limitado (depende da quantidade de precipitação e da área de telhado); Não atrativo a políticas públicas; Custo inicial médio; Qualidade da água vulnerável; Possível rejeição cultural.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Carvalho (2013)

Sistema de captação de água da chuva

Um sistema para a coleta e aproveitamento de água da chuva baseia-se na sua captação por meio de telhados ou lajes. Assim, a água é conduzida para um local por intermédio de calhas e canos, passa por equipamentos para filtragem de impurezas e por fim é armazenada em um reservatório que pode ser enterrado (cisterna) ou elevado (CARVALHO, 2013). A Figura 1 mostra um esquema de um sistema para a captação de água da chuva e o Quadro 2, os seus principais componentes e funções:

Figura 1. Esquema de captação de água da chuva



Fonte: elaborado pelos autores

Quadro 2 – Componentes e suas funções de um sistema de captação de água da chuva

Componentes	Função
Calha	Captar a água da chuva
Canos de PVC	Conduzir a água captada
Filtro	Dispositivo com objetivo de reter objetos carregados pela água
Descarte	Saída de água com objetivo de remover a primeira água da chuva
Reservatório	Armazenar a água captada
Torneira	Distribuir a água captada

Fonte: elaborado pelos autores.

Porém, para que o sistema de aproveitamento de água pluvial seja viável, ele deve levar em consideração alguns aspectos como, por exemplo, área de captação, demanda de água e precipitação, tipos de tratamento, as condições ambientais da região, clima, usos da água, aspectos econômicos etc (SOUZA *et. al.*, 2018). Tais aspectos podem gerar discussões interessantes no âmbito dos conteúdos que podem ser desenvolvidos no contexto escolar, conforme veremos adiante.

Reaproveitamento de água da chuva e ensino

Segundo Carvalho (2013), o aproveitamento de água das chuvas é um aspecto importante a ser considerado por instituições de ensino, pois existe a tendência de maior desperdício, já que não são os usuários que pagam a conta deste recurso. Em sua pesquisa, o autor verificou que não existem muitos dados de uso de água nas instituições de ensino, contudo, Tomam (2001 *apud* Carvalho, 2013) afirma que o consumo médio de água para escolas e universidades varia de 10 a 50 L/dia por aluno, e 210 L/dia por empregado (CARVALHO, 2013).

Outro ponto importante é a escola ser um lugar propício para se montar um sistema de captação de água pois, em uma abordagem pedagógica, ele pode ser usado para trabalhar temas como: a irregularidade e má distribuição das precipitações pluviométricas, evaporação, escoamento superficial das águas, poluição, ciclos biogeoquímicos, desmatamento, camada de ozônio, dentre outros (SILVA, 2019).

8.2 Situação de Estudo baseada na Permacultura e na Tecnologia Social “Captação de água da chuva”

Alguns aspectos da SE “Captação de água da chuva” para organizar os conteúdos escolares:

1) ***Relevância social do tema:*** a presente TS é de extrema importância para o desenvolvimento da consciência acerca do desperdício de água que é gerado

em diferentes espaços, e as instituições públicas, como escolas e universidades, seriam um exemplo. Assim, esta SE, que usa desta TS da Permacultura para trabalhar os modos alternativos de utilização e conservação dos recursos naturais e do meio ambiente, apresentará diferentes conhecimentos aos alunos e às suas comunidades e possibilidades para garantir a segurança hídrica que todos necessitamos.

2) Aproximação da realidade do aluno para pensar os conteúdos que serão abordados: os conceitos presentes na SE “Captação de água da chuva” podem ser abordados de forma interdisciplinar e integrada com várias áreas do conhecimento, incorporando conteúdos de Biologia, Química, Física, Matemática, assim como Geografia. O Quadro 3 apresenta algumas sugestões de conteúdos interdisciplinaridades que podem ser desenvolvidos na educação básica.

Quadro 3 – Conceitos organizados por componente curricular para a SE “Captação de água da chuva”

Componente curricular	Principais conteúdos
<i>Biologia</i>	Ecologia: ciclos biogeoquímicos, Poluição
<i>Física</i>	Hidrostática; Processo de formação da chuva;
<i>Química</i>	Processos de separação de misturas (homogêneas e heterogêneas) – Filtração
<i>Matemática</i>	Cálculos de medidas de área, volume, capacidade e massa; Compreensão e cálculo do índice pluviométrico e seus impactos; Aplicação de expressões e equações de áreas e superfícies; Representações algébricas e gráficas de funções definidas por uma sentença (Contas de água);
<i>Geografia</i>	Análise do impacto da tecnologia na sociedade e no meio ambiente; Problemática de hábitos e práticas particulares e coletivas de produção e de descarte; Impactos econômicos e socioambientais de cadeias produtivas ligadas à exploração de recursos naturais;

Fonte: elaborado pelos autores

3) *Elaboração e produção da SE a partir de diálogos interdisciplinares, envolvendo agentes de diversas áreas das Ciências:* a elaboração da presente SE se deu partir das formações oportunizadas pelo Grupo de Estudos e Práticas em Permacultura (GEPP/UFVJM), em conjunto com o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFVJM, a respeito de *Tecnologias Sociais e a Permacultura numa perspectiva interdisciplinar para Educação em Ciências* e também sobre o estudo da *Situação de Estudo como reconfiguração curricular*. A produção da SE foi realizada na forma de uma Sequência Didática (SD), utilizando como base Fernandes e Allain (2021), as cartilhas “Diálogos entre Educação e Permacultura: formando professores para a sustentabilidade” (ALLAIN, 2020) e “Ecotecnologias Sociais” (CALVÃO; ALLAIN, 2021). Esses materiais buscam relacionar diferentes TS aos conceitos trabalhados ao longo do ensino médio nas áreas de Biologia, Física, Química, Matemática e Geografia.

II. Elaboração da SE “Captação de água da chuva” a partir de quatro passos:

Passo 1 - a elaboração da SE em coletivo: para a estruturação da SE “Captação de água da chuva”, alguns elementos da sua elaboração e desenvolvimento estiveram presentes e estão caracterizados no Quadro 4.

Quadro 4—Elementos que caracterizam a elaboração da SE “Captação de água da chuva”

1. Problematização sobre o consumo de água “despercebido”; gastos de água pela instituição e a poluição; embasando-se em conceitos de poluição, representações algébricas e gráficas de funções definidas por uma sentença (a partir de contas de água), e análise do impacto da tecnologia na sociedade e no meio ambiente;
2. Materiais necessários para a confecção da TS “Captação de água da chuva”—utilizando os cálculos de medidas de área, volume, capacidade e massa;
3. Etapas de montagem da “Captação de água da chuva”—tendo como base os processos químicos de separação de misturas (Filtração) e a aplicação de expressões e equações de áreas e superfícies;
4. Caracterização dos conteúdos de hidrostática em análise da eficácia do Sistema, juntamente com análises de impactos econômicos e socioambientais de cadeias produtivas, que pode estar relacionado aos ciclos biogeoquímicos de Ecologia;
5. Experimento sobre o cálculo do coeficiente de escoamento.

Fonte: elaborado pelos autores

O planejamento desta SE está estruturado em forma de uma SD que seguiu as orientações das Três Etapas para implementar a SE “Captação de Água da Chuva” na educação básica: 1 – Problemática; 2 - Primeira Elaboração; 3 - Função da Elaboração e Compreensão Conceitual (FERNANDES; ALLAIN, 2021; CRUZ; GEHLEN, 2016). A síntese da SD para esta SE está esquematizada no Quadro 5.

Quadro 5—Síntese da SD que caracteriza a elaboração da SE “Captação de água da chuva”

Etapas	Nº en- contros/ duração	Subtema da Etapa	Conteúdos Conceituais	Descrição/Estratégias/ Recursos
1-Problemática	1 aula de 50 min	Poluição e hábitos particulares e coletivos de produção e descarte de resíduos.	Hábitos e práticas particulares e coletivas de produção e descarte de resíduos; Impactos econômicos e socioambientais de cadeias produtivas ligadas à exploração de recursos naturais, em especial a água.	<i>Reportagem para iniciar a problematização:</i> https://www.premix.com.br/blog/pegada-hidrica-na-pecuaria-o-consumo-consciente-que-acaba-com-o-desperdicio/ . <i>Roda de conversa para problematizar sobre (Quadro 6):</i> 1) os impactos gerados pela má utilização dos recursos hídricos, a distribuição deles no planeta Terra e como a poluição e o desmatamento afetam a quantidade disponível de água doce no planeta (que já se encontra em escassez); 2) como a Captação de água da chuva pode ser uma forma alternativa e sustentável como medida de prevenção contra a escassez de água.

2- Primeira Elaboração	3 aulas de 50 min	Unidades de Medida e cálculos algébricos	Cálculos de áreas e volumes; Expressões e equações de áreas e superfícies.	<i>Apresentação do vídeo:</i> https://www.gov.br/ana/pt-br Descrição dos materiais necessários para o desenvolvimento do Captação de água. Exposição passo a passo de cada etapa necessária para realizar a montagem (Quadro 7). Desenvolvimento dos conceitos científicos e matemáticos necessários para a construção da Captação de água.
3- Função da Elaboração e Compreensão Conceitual	Cerca de 5 semanas	Hidrostática e Funções algébricas de funções por sentença	Hidrostática; Processos de Separação de Mistura; Aplicação de expressões e equações de áreas e superfícies.	<i>Retomada das questões problemáticas abordadas:</i> captação de água da chuva, questões sociais como o acesso à água, relação antropocêntrica que temos com a natureza, reflexão sobre a má utilização dos recursos hídricos. Relação da quantidade de chuvas com outras variáveis (Quadro 8). <i>Roda de conversa:</i> Os alunos serão questionados sobre: o motivo de práticas não sustentáveis, tecnologias sociais que não são tão usais (como a captação de água da chuva), o uso de outras tecnologias sociais e os seus benefícios (Quadro 9).
4- Conclusão	1 aula de 50 min	Poluição e impactos econômicos e socioambientais de produção e descarte.	Representações algébricas e gráficas de funções definidas por uma sentença (Contas de água); Análise do impacto da tecnologia na sociedade e no meio ambiente;	Atividade prática investigativa (Quadro 10): retomada de conceitos; debates; análise de contas de água da instituição.

Fonte: elaborado pelos autores

Passo 2 - implementação da SE: a implementação da SE “Captação de água da chuva” deve ser realizada com os estudantes do 3º ano do Ensino Médio da educação básica, sempre acompanhados pelos atores envolvidos na elaboração da SE. Sugere-se que esta SE seja desenvolvida na educação básica por meio de quatro etapas: 1) problematização; 2) primeira elaboração; 3) função da elaboração e compreensão conceitual; 4) Conclusão.

Passo 3 - análise da SE: após aplicada a SE, é fundamental analisar e avaliar o seu desenvolvimento e a aprendizagem dos alunos, bem como as limitações e possibilidades apresentadas por ela.

Passo 4 - reelaboração do material: a reelaboração da SE deve ocorrer pelos atores envolvidos, por meio das contribuições adquiridas após a implementação e a análise da SE.

III. Etapas para implementar a SE “Captação de Água da Chuva” na educação básica:

Etapa 1 - Problematização: a partir da síntese da SD do Quadro 5, esta primeira etapa refere-se ao tratamento contextualizado dos conceitos, a partir da visão pessoal que cada aluno traz do seu cotidiano a respeito do tema. Para o tema “Captação de Água da Chuva”, podem ser abordadas diferentes questões, como as que seguem no Quadro 6:

Quadro 6 – Questões iniciais para contextualizar os conceitos relacionados à “Captação de Água da Chuva”

I. Questões iniciais para a contextualização dos conceitos relacionados ao tema “Captação de Água da Chuva”.
a) Por que em uma região chove mais que outra? b) Quais os impactos para o excesso ou falta de chuva para as regiões do Brasil? c) Você tem ideia do volume de água que se gasta em uma descarga? E em um banho de 10 min? d) Você tem ideia de quanta água cada estudante gasta em média por dia? E toda a sala? E toda a escola? e) Quando fica muito tempo sem chover na sua região, como faz para conseguir água? f) Os produtos que utilizamos no dia a dia usam água para sua produção? E quais seriam? g) Vocês sabem o quanto de água é gasto para a produção dos alimentos que consumimos? h) E quais alimentos gastam mais água para serem produzidos?

Fonte: elaborado pelos autores

Etapa 2 - Primeira Elaboração: nesta segunda etapa, propõe-se a confecção de um sistema de “Captação de Água da Chuva” junto com os estudantes da educação básica, a fim de proporcionar a eles um primeiro contato com conceitos científicos envolvidos na problematização da Etapa 1. As orientações para a confecção do sistema “Captação de Água da Chuva” estão sintetizadas nas etapas do Quadro 7.

Quadro 7 – Orientações para a confecção de um Sistema de “Captação de Água da Chuva”

1) Materiais para a confecção da “Captação de Água da Chuva”:

- Tubulações: O material dos tubos pode ser PVC, fibra de vidro, alumínio ou aço inoxidável.

Figura 1 – Exemplos de tubulações



Fonte: elaboração dos autores

- Filtro: Existem vários tipos de filtros no mercado, o professor e os alunos devem escolher aquele que melhor atende a proposta. O filtro também pode ser confeccionado usando um pedaço de cano de PVC com uma abertura em U e telas finas para retenção de sujeira. É preciso estar atento para que o filtro encaixe na tubulação, por isso o diâmetro é importante.

Figura 2 – Exemplos de filtros



Fonte: <https://www.google.com/search?q=filtro+cap>

- **Reservatório:** O armazenamento da água da chuva recolhida pode ser feito através de uma cisterna, tambor ou caixa d'água. Podem ser de PVC, alvenaria ou concreto armado.

Figura 2 – Exemplos de filtros



Fonte: elaboração dos autores

2) Passo a passo para a montagem da “Captação de Água da Chuva”:

ESCOLHA E PREPARO DO LOCAL: O sistema de captação de água da chuva pode ser instalado em qualquer local que tenha dispositivos para coletar a água (telhado e calhas). No entanto, para a instalação do reservatório, é importante que ele seja colocado em um local plano e se possível coberto, para garantir maior durabilidade e que microrganismos não se proliferem (RODRIGUES, 2016).

ELABORAÇÃO DA PLANTA BAIXA: Essa etapa consiste em um desenho simples do local onde o sistema será instalado. Aqui poderão ser trabalhados com os alunos alguns cálculos:

- **Área do telhado:** Os alunos podem obter os dados necessários para o cálculo na direção da escola, ou na prefeitura da cidade. Os cálculos são dados por:

$$\text{Área do telhado} = \frac{\text{Largura do telhado} \times \text{Altura do telhado}}{2}$$

- **Índice pluviométrico da região:** Os alunos encontrarão esses dados no site da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) ou na prefeitura da cidade.

- **Coeficiente de escoamento:** O coeficiente de escoamento do telhado é calculado pela razão entre o volume escoado e o volume precipitado. Os alunos podem fazer um experimento simples: Em um dia de chuva deverão colocar um recipiente abaixo da calha onde foi decidido instalar o projeto, tomando cuidado para que não respingue muito fora dele. Após a chuva cessar, os estudantes deverão medir o volume de água do recipiente. Assim, com essa medida e o índice pluviométrico daquele dia, poderão realizar o cálculo:

$$\text{Coeficiente de escoamento} = \frac{\text{Volume Escoado}}{\text{Volume Precipitado}}$$

● Volume de água aproveitável (Va): Por meio dos cálculos anteriores, os alunos poderão calcular o volume de água aproveitável, pela seguinte relação:

$$Va = \text{Precipitação} \times \text{Área do telhado} \times \text{Coeficiente de escoamento} \\ \times \text{Fator de captação}$$

Sendo o fator de captação estabelecido em 0,85. Com o resultado desse cálculo os alunos terão uma medida aproximada para definir o tamanho do reservatório.

Com o local e o tamanho do reservatório definidos, os alunos deverão calcular a quantidade de tubos e conectores necessários, levando em consideração a distância da calha até ele, além de definir o filtro a ser utilizado. Por fim, é interessante fazer um desenho esquemático de todo projeto, já com as medidas, para evitar erros de execução, algo semelhante à Figura 1 no início deste capítulo.

ARRECADAÇÃO DE CAPITAL: Essa etapa é opcional, mas caso a escola não tenha recursos para desenvolver a SD, é interessante mobilizar a(s) turma(s) e a comunidade na arrecadação de capital. Em um primeiro momento, aconselha-se fazer a listagem dos materiais, já com as medidas calculadas, e fazer um orçamento em diversos locais da cidade. Para arrecadar o montante necessário, sugere-se a organização de rifas, festivais e busca por patrocínios.

EXECUÇÃO E INSTALAÇÃO: Comprado o material, é hora da instalação. Essa etapa consiste na instalação da tubulação do reservatório que vai transportar e armazenar água recolhida pelo telhado e calhas. Além disso, são instalados dispositivos auxiliares ao longo da tubulação, como filtro e reservatório de descarte. O filtro tem o intuito de reter folhas, galhos, insetos e outros materiais sólidos que são carregados pela água da chuva (ABRAHÃO *et al.*, 2019).

● A tubulação deve começar na borda da calha e criar um caminho até o reservatório. Tubulações geralmente são verticais, mas eventualmente podem ser horizontais. Caso isso aconteça, recomenda-se declividade uniforme, com valor mínimo de 0,5%.

● O filtro deve ser instalado juntamente com a tubulação; existem diversos modelos, o professor e os alunos poderão investigar e definir o melhor custo-benefício.

● É necessário também instalar o dispositivo de descarte da primeira água da chuva. Ele nada mais é do que uma estrutura com canos de PVC que se prolonga abaixo do nível de entrada de água do reservatório.

● Após as três etapas anteriores, agora é necessário conectar o sistema ao reservatório. Ainda no reservatório, é necessário fazer duas conexões. A primeira delas é uma

torneira no encanamento para distribuição da água captada. Recomenda-se que ela seja colocada 5 cm acima da base do reservatório. O segundo é o ladrão, para caso ocorra uma precipitação maior que a capacidade do reservatório, para que a água possa sair. Ele é uma tubulação na parte superior do reservatório.

Figura 4: Exemplo de Sistema de captação de água



Fonte: <https://bit.ly/3Ktxdhr>

3) Conclusão da Primeira Elaboração:

O Sistema de Captação de Água da Chuva é uma proposta de SE que incentiva a sustentabilidade e possui um alto grau de replicabilidade, ao utilizar materiais de baixo custo e sem necessidade de mão de obra especializada. Porém, ele deve ser uma proposta a ser implementada por diversas áreas de conhecimento e disciplina da escola, já que envolve diversos conteúdos, demanda tempo de planejamento e execução.

Fonte: elaborado pelos autores

Etapa 3 – Função da Elaboração e Compreensão Conceitual: para abordar de forma sistemática os conceitos vistos na Etapa 2, sugere-se retomar as questões da primeira etapa e apresentar novos problemas para serem discutidos a partir de um discurso mais crítico. Nesta etapa, utilizamos a estratégia de uma roda de conversa (Quadro 8), com o propósito de desenvolver o entendimento das palavras representativas da primeira e segunda etapas.

Quadro 8 – Nova Problematização

Com a montagem do Sistema de Captação de Água da chuva terminada, algumas questões podem ser abordadas:

- Como esse sistema de captação pode ser útil para a instituição escolar?
- Por que essa tecnologia não é utilizada como alternativa para os gastos de água?

Fonte: elaborado pelos autores

Formalização dos conceitos: poderá ser feita pela retomada dos problemas da primeira etapa para serem tratados e discutidos a partir de um discurso mais científico, por meio de novas questões como, por exemplo, as do Quadro 9:

Quadro 9 – Formalização dos conceitos

1. Por que a primeira água da chuva deve ser descartada?
2. Qual é a potabilidade da água captada?
3. Porque é necessário colocar a torneira 5cm acima da base do reservatório?
4. Como fazer a manutenção do reservatório?

Fonte: elaborado pelos autores

Etapa 4 - Conclusão: Depois de algum tempo em operação, o Sistema de Captação de Água da chuva ainda pode gerar algumas atividades práticas como, por exemplo, o que se propõe no Quadro 10:

Quadro 10 – Novas atividades práticas

Proposta de uma atividade prática investigativa:

Situação-problema: após a instalação do projeto, houve alguma mudança no consumo de água na escola?

1. Os alunos podem comparar o consumo de água da escola de meses anteriores à instalação do projeto e meses posteriores e analisar se houve alguma influência na sua instalação.
2. Também é possível realizar cálculos de volume de água utilizado e gasto em dias secos e também em dias chuvosos, para que seja possível comparar o que pôde ser economizado devido ao uso da TS.
3. Os alunos irão analisar contas de água, utilizando os conceitos adquiridos

acerca de representações algébricas e cálculos de funções por sentença, tanto em dias secos quanto em dias chuvosos, e também as contas anteriores à instalação e as posteriores.

4. Após isso, os alunos irão formular hipóteses a respeito dos resultados encontrados e deverão explicar, de acordo com os conhecimentos adquiridos sobre a TS, o que eles compreenderam como benefícios da utilização da captação de água de chuva.

Fonte: elaborado pelos autores

8.3 Algumas Considerações

Como ressaltado anteriormente, a Situação de Estudo apresentada teve inspiração no trabalho de Fernandes e Allain (2021) e nas cartilhas “Diálogos entre Educação e Permacultura: formando professores para a sustentabilidade – atividades interdisciplinares para a educação básica” (ALLAIN, 2020), e “Ecotecnologias sociais” (CALVÃO; ALLAIN, 2021).

A construção de um Sistema de Captação de Água da Chuva na escola mostra-se como uma excelente ferramenta pedagógica, por diferentes aspectos, principalmente, aqueles relacionados aos benefícios ambientais, sociais e educacionais. Por meio de um enfoque integrado e interdisciplinar, é possível fomentar a reflexão crítica dos estudantes a respeito da preservação e conservação da água, dos impactos ambientais e socioeconômicos desta TS, contribuindo para o combate ao desperdício deste bem natural tão caro à manutenção da vida no planeta.

Referências

ALLAIN, L.R. (org.) **Diálogos entre educação e Permacultura**: formando professores para a sustentabilidade – atividades interdisciplinares para a educação básica (cartilha). Diamantina: Editora UFVJM, 2020. 59 p. ISBN: 978- 85-7045-053-1.

BACCI; PATACA. Educação para a água. **Estudos avançados**, v. 22, p. 211-226, 2008. Disponível em: <https://bit.ly/3Mm9vWg>. Acesso em: 22 de jan. 2022.

CALVÃO, A. L.; ALLAIN, L. R. **Ecotecnologias Sociais**. 1. ed. Diamantina, Minas Gerais: UFVJM, 2021. 48 p. ISBN 978-65-87258-56-0. Disponível em: <https://bit.ly/3ybg7T4>. Acesso em: 18 jan. 2022.

CARVALHO, J. de C. **Utilização de água pluvial para fins não potáveis: análise do atendimento da demanda pelo método de eficiências para dimensionamento de reservatório para diferentes regimes pluviométricos brasileiros**. 2013. 61 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/118572>. Acesso: 12 fev. 2022.

CRUZ, A. B., GEHLEN, S. T. A mecânica do corpo humano: uma Situação de Estudo elaborada na formação inicial de professores de Física da Uesc. In: MASSENA, E. P. (org.) **Situação de Estudo: Processo de significação pela pesquisa em grupos interinstitucionais**. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.

DE SOUZA, J. M.; OMENA, S. P.; FÉLIX, W. P. CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA PARA CONSUMO HUMANO: Aspectos técnicos e legais. **Revista Científica da FASETE**, p. 81, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3s4GzIc>. Acesso em: 22 de jan. 2022.

FERNANDES, G. W. R.; ALLAIN, L. R. Diálogos entre situação de estudo e Permacultura: uma proposta interdisciplinar para o ensino de ciências. In: MASSENA, E. P.; RODRÍGUEZ, A. S. M. (org.). **Reconfiguração Curricular no ensino de Ciências**. Ijuí: Editora Unijuí, 2021.

FERREIRA, *et al.* Aproveitamento da água da chuva por meio de sistema de captação de baixo custo no sítio experimental de cuiarana, salinópolis-pa. **Revista DELOS Desarrollo Local Sostenible**. ISSN, v. 1988, p. 5245, 2015. Disponível em: <https://www.eumed.net/rev/delos/30/agua-chuva-cuiarana.html>. Acesso em: 22 de jan. 2022.

RODRIGUES, M. L. **Dimensionamento de um sistema de captação da água da chuva no centro de energias renováveis da faculdade de engenharia de Guaratinguetá-Unesp**. 2016. 60 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/39nwH7M>. Acesso em: 12 fev. 2022.

Capítulo 9. Situação de Estudo baseada no Filtro Biológico

Lucas Fernandes Silva

Milena Kristhie Nascimento

Vitor Otávio Ferreira Assunção

Ubiratan Pires

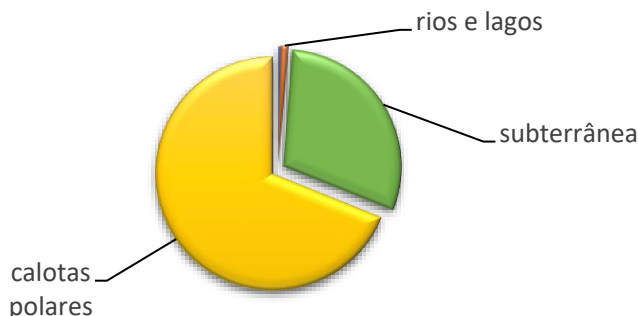
9.1 Introdução

HÁ TEMPOS que se discute e se ensina na educação básica que os recursos hídricos são elementos essenciais à todas as formas de vida, porém a sua compreensão e o seu uso consciente é algo ainda negligenciado pela nossa sociedade. A superfície do planeta Terra é ocupada por aproximadamente 75% de água, e esse é o composto inorgânico mais presente nos seres vivos, constituindo dois terços do peso corporal humano e chegando até 98% da massa corpórea de alguns animais marinhos, frutas, vegetais e legumes. Apesar de abundante, cerca de 97% dessa água está concentrada em mares, oceanos e lagos salinos, o que a torna imprópria para o consumo. Ainda que existam processos tecnológicos de dessalinização, a água doce é um recurso escasso e representa apenas 3% do total disponível na Terra, contudo, parte significativa desse montante encontra-se em calotas polares, sendo praticamente inaproveitável para o abastecimento, como representado na Figura 1 (LIBÂNIO, 2008).

Mesmo a água sendo um recurso renovável, o crescimento desenfreado de metrópoles, aliado à poluição, desmatamento de árvores e o seu uso indiscriminado, tem levado à sua deterioração e escassez. Como consequência disso, vem ocorrendo um comprometimento da quantidade disponível de água, com a qualidade que seja suficiente para abastecimento e consumo de

todas as regiões. Por isso, é necessário que se busque formas de se incentivar o uso racional desse recurso essencial, favorecendo, dessa maneira, o desenvolvimento de alternativas sustentáveis, como medida de prevenção contra a sua escassez (RAPOPORT, 2004).

Figura 1 – Percentual de água doce disponível na Terra

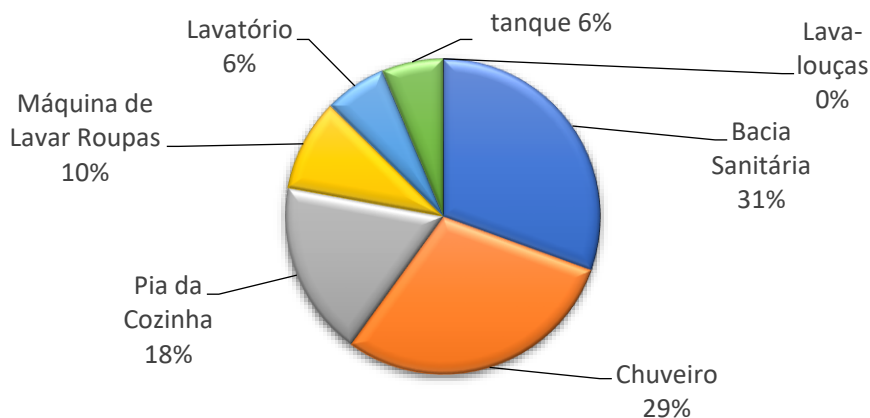


Fonte: Adaptado de Libânio (2008).

As residências são responsáveis por mais da metade das águas utilizadas em áreas urbanas. De acordo com Gonçalves (2009 *apud* DELL'UOMO, 2014), pesquisas demonstram que, em ambientes residenciais o maior consumo de água está relacionado com as descargas em vasos sanitários e com os banhos (Figura 2). Nesse sentido, os esgotos domésticos podem ser divididos em dois grupos: as águas negras (ou pretas), que são caracterizadas pela presença das excretas humanas, e as águas cinzas, que se diferenciam pela inexistência de excretas humanas (DELL'UOMO, 2014).

Segundo Rapoport (2004), as águas cinzas são provenientes do uso de chuveiros e lavatórios, lavagem de roupas, e também dos efluentes de pias de cozinha, correspondendo a praticamente 70% do total de gasto hídrico dentro de uma residência (Figura 2). Assim sendo, na perspectiva de se desenvolver atitudes racionais contra a poluição, desperdício e escassez da água, a prática do reuso de efluentes domésticos se apresenta como uma alternativa em busca de se resolver os crescentes e complexos problemas de degradação socioambiental.

Figura 2 – Utilização da água em ambientes domésticos



Fonte: Adaptado de Rapoport (2004)

A utilização dos recursos hídricos é um tema debatido mundialmente, de modo que essa é uma discussão realizada ainda na educação básica por intermédio da Educação Ambiental. E, como discutido ao longo desta produção, é essencial que o ensino de Ciências não esteja ligado somente à assimilação de conteúdos, mas também ao desenvolvimento da capacidade de reflexão e ação do indivíduo na resolução de problemas, sejam eles de cunho social ou individual (BRASIL, 2017).

Portanto, o desenvolvimento de tecnologias sociais (TS) no contexto educacional é uma estratégia interessante e que permite formar cidadãos críticos e cientes de suas responsabilidades sociais, ecológicas e ambientais.

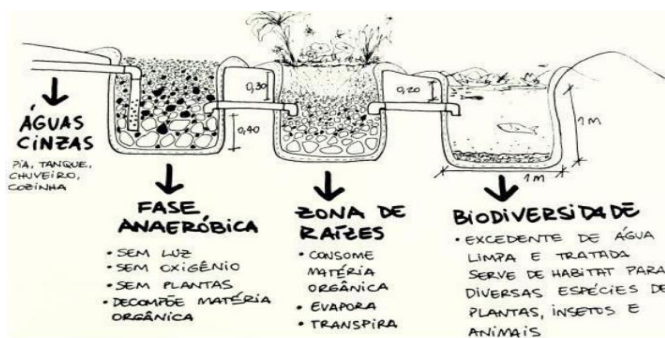
Nessa perspectiva, discussões acerca das limitações dos recursos hídricos potencializam o uso de uma importante TS quando se discute a reutilização das águas, o *Filtro Biológico*. Neste sentido, este capítulo tem o objetivo de trabalhar com a TS “Filtro Biológico”, a partir da perspectiva curricular Situação de Estudo (SE).

9.2 O Ensino de Ciências baseado em Práticas Permaculturais e na Tecnologia Social “Filtro Biológico”

O filtro biológico ou biofiltro é uma tecnologia limpa e um sistema de tratamento sanitário eficaz, utilizado para tratar de maneira ecológica as águas cinzas. Viável financeiramente, essa TS pode ser construída a partir do uso de entulhos de obra, pedras, cascalhos, brita e areia (CALVÃO; ALLAIN, 2021).

Podendo ser entendida em três etapas (Figura 3), o biofiltro se divide em: 1) *fase anaeróbica*, que está relacionada com a filtração de sólidos e criação de camadas de biofilme que serão responsáveis pela decomposição da matéria orgânica por bactérias anaeróbicas; 2) *a zona de raízes*, que é a fase em que plantas ficam responsáveis pela absorção da matéria orgânica em excesso e também de compostos inorgânicos presentes nas águas cinzas, advindos de produtos de higiene e limpeza; e 3) *a fase da biodiversidade*, que pode ser entendida como a parte final do processo, na qual é depositado o excedente de água tratada que pode vir a ter diversas finalidades, como a criação de peixes, plantações hidropônicas, além de servir de *habitat* para diversas espécies, como detalhado na Figura 3.

Figura 3 – Etapas de um filtro biológico de águas cinzas



Fonte: Calvão e Allain (2021, p. 36)

A partir da Educação Ambiental e com o uso do filtro biológico, é possível problematizar diversas temáticas, por exemplo: o que é feito com a água do chuveiro ou da pia da cozinha? O que poderia ser feito de diferente? Quais os impactos disso no meio ambiente? Essas questões são alguns exemplos de

problematizações para se trabalhar essa TS na Educação Básica (EB).

Sendo um agente socialmente relevante, o filtro biológico ou biofiltro possibilita trabalhar diversos conceitos e temas da Ciências da Natureza, tanto durante o Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio, a partir de conteúdos conceituais como: sustentabilidade, ciclo do hidrogênio, consumo consciente, ecologia, fontes limpas de energia, poluição da água, compostos orgânicos e reações químicas, tratamento de água e esgoto, calor latente e específico etc. Essa TS também possibilita o desenvolvimento de habilidades que, ao serem praticadas, proporcionam ao aluno uma formação interdisciplinar, contextualizada, transversal e integradora, sendo essas importantes para o exercício pleno da cidadania. Planejamos e apresentamos uma SD para ser realizada no Ensino Médio, no entanto, com as devidas adaptações é possível desenvolvê-la também no Ensino Fundamental II.

9.3 Situação de Estudo baseada na Permacultura e na Tecnologia Social “Filtro Biológico”

I. Alguns aspectos da SE “Filtro Biológico” para organizar os conteúdos escolares:

1) Relevância social do tema: o debate sobre o uso dos recursos hídricos é um tema abordado de forma recorrente na Educação Ambiental e possível de ser desenvolvido na educação básica. Por isso, o uso do filtro biológico para o tratamento e reutilização de águas cinzas é uma alternativa viável financeira e ecologicamente, sendo uma maneira eficiente de se preservar os recursos naturais, evitar o desperdício, promover uma consciência cidadã e compreender diferentes conteúdos de Ciências da Natureza de maneira interdisciplinar e contextualizada.

2) Aproximação da realidade do aluno para pensar os conteúdos que serão abordados: os conceitos presentes na SE “Filtro Biológico” podem ser abordados de forma interdisciplinar e integrada com várias áreas do conhecimento, incorporando conteúdos de Biologia, Física, Química e Geografia (Quadro 1).

Quadro1– Conceitos organizados por componente curricular para a SE “Filtro Biológico”

Componente curricular	Principais conteúdos
<i>Biologia</i>	Ecologia; Microrganismos; Consumo consciente; Ciclo hidrológico; Reciclagem; Poluição da água; Problemas ambientais mundiais e políticas ambientais para sustentabilidade.
<i>Física</i>	Calor específico e latente; Densidade; Capilaridade; Tensão superficial;
<i>Química</i>	Ciclo Biogeoquímico; Parâmetro da qualidade da água; Química ambiental, descarte consciente, substâncias e ações sustentáveis; Escala de pH e pOH; problemas ambientais mundiais, nacionais e regionais; Separação de misturas.
<i>Matemática</i>	Unidades de medida; Volume; Área; Comprimento; Geometria.
<i>Geografia</i>	Os usos dos recursos naturais; Impactos das atividades humanas; Qualidade ambiental; Biodiversidade e ciclo hidrológico.

Fonte: elaborado pelos autores

3) Elaboração e produção da SE a partir de diálogos interdisciplinares, envolvendo agentes de diversas áreas das Ciências: a produção dessa SE foi realizada após reuniões e formações propostas pelos coordenadores de área do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). As formações foram realizadas com os(as) licenciandos(as) e professores da educação básica participantes do PIBID Ciências Biológicas e ministradas pelos coordenadores do PIBID, professores da UFVJM e especialistas em Permacultura do Espaço Educacional Contraponto (<https://contraponto.eco.br/>). Além disso, também foram consultados materiais de apoio, como a cartilha *Ecotecnologias Sociais* (CALVÃO; ALLAIN, 2021) e o Capítulo 8 do livro *Reconfiguração Curricular no Ensino de Ciências* (FERNANDES; ALLAIN, 2021).

II. Elaboração da SE “Filtro Biológico” a partir de quatro passos:

Passo 1 - a elaboração da SE em coletivo: para a estruturação da SE “Filtro Biológico”, alguns elementos da sua elaboração e desenvolvimento estiveram presentes e estão caracterizados no Quadro 2:

Quadro 2 – Elementos que caracterizam a elaboração da SE “Filtro Biológico”

- 1) Problematização sobre o uso consciente e o reaproveitamento dos recursos hídricos;
- 2) Materiais necessários para a confecção do filtro biológico;
- 3) Etapas de montagem do filtro biológico;
- 4) Compreensão dos conceitos de conservação e preservação ambiental, poluição, desperdício e escassez de água, compostos orgânicos e reações, tratamento de água e esgoto etc.
- 5) Atividade de campo sobre tratamento de água e esgoto, utilizando o filtro biológico;
- 6) Demonstração do tratamento de água para reutilização da água cinza.

Fonte: elaborado pelos autores

O planejamento desta SE está estruturado em forma de uma Sequência Didática (SD), seguido de orientações das Três Etapas para implementar a SE “Filtro Biológico” na educação básica: 1 – Problematização; 2 - Primeira Elaboração; 3 - Função da Elaboração e Compreensão Conceitual (FERNANDES; ALLAIN, 2021; CRUZ; GEHLEN, 2016). Neste sentido, propomos, inicialmente, uma síntese de uma SD, a partir dos elementos do Quadro 2 e das etapas para a implementação da SE “Filtro Biológico”, que está esquematizada no Quadro 3.

Quadro 3—Síntese da SD que caracteriza a elaboração da SE “Filtro Biológico”

Etapas	Nº encontros/ duração	Subtema da Etapa	Conteúdos Concei- tuais	Descrição/Estraté- gias/Recursos
1-Problema- tização	1ª (tempo vari- ável)	Matéria, energia e sus- tenta- bilidade	Sustentabilidade; Ciclo do hidrogênio; Consumo consci- ente; Ecologia; Fon- tes limpas de ener- gia; Poluição da água; Tratamento de água e esgoto.	<i>Vídeo para iniciar a pro- blematização</i> — Trata- mento e reuso de águas cinzas: https://youtu.be/xw_pG-s8qw8 <i>Roda de conversa (Qua- dro 4)</i> : Abordar o tema de forma reflexiva e es- timular o aluno a pen- sar sobre os impactos gerados pela má utili- zação dos recursos hí- dricos, a distribuição deles no planeta Terra e como a poluição e o desmatamento afetam a quantidade dispo- nível de água doce no planeta (que já se en- contra em escassez). Abordar como a reutili- zação das águas cinzas podem ser uma forma alternativa e sustentá- vel como medida de prevenção contra a es- casz de água.
2-Primeira Elaboração	2ª (tempo vari- ável)	Trata- mento de água e es- goto	Sustentabilidade; Ciclo do Hidrogê- nio; Consumo consci- ente, Ecologia; Fontes limpas de energia; Compostos orgânicos e reações; Ligações química e interações entre partículas; Trata- mento de água e es- goto; Problemas ambientais, mundi- ais e políticas ambi- entais para a sus- tentabilidade.	<i>Construção do Filtro Bio- lógico Rural (Quadro 5)</i> : Descrição dos materi- ais necessários para o desenvolvimento do Filtro Biológico Rural. Exposição passo a passo de cada etapa necessária para reali- zar a montagem do fil- tro biológico. Desenvolvimento dos conceitos científicos e matemáticos necessá- rios para a construção do Filtro Biológico.

3 - Função da Elaboração e Compreensão Conceitual	3º (tempo variável)	Sustentabilidade, conservação e preservação ambiental	Desperdício e escassez de água; Consumo consciente; Tratamento de água e esgoto; Relação homem-natureza.	<i>Retomada das questões problemáticas abordadas (Quadro 6):</i> Reutilização das águas cinzas, questões sociais como o acesso à água, relação antropocêntrica que temos com a natureza, reflexão sobre a má utilização dos recursos hídricos. Os alunos serão questionados sobre: o motivo de práticas não sustentáveis, tecnologias sociais que não são tão usuais (como o filtro biológico), o uso de outras tecnologias sociais e os seus benefícios. <i>Desenvolvimento de atividades práticas (Quadro 7):</i> Experimentos sobre Eutrofização e Biociclo de água doce. <i>Aula dialogada (Quadro 8):</i> Retomada de conceitos.
---	----------------------------	--	---	--

Fonte: elaborado pelos autores

As etapas sintetizadas no Quadro 3 estão aprofundadas no tópico “III. Etapas para implementar a SE “Filtro Biológico”, com o objetivo de facilitar o seu desenvolvimento junto aos estudantes da educação básica.

Passo 2 - implementação da SE: a implementação da SE “Filtro Biológico” deve ser realizada com os estudantes do Ensino Fundamental e/ou do Ensino Médio da educação básica, sempre acompanhados pelos atores envolvidos na elaboração da SE. Esta SE será desenvolvida na educação básica por meio de três etapas: 1) problematização; 2) primeira elaboração; 3) função da elaboração e compreensão conceitual.

Passo 3 - análise da SE: após aplicada a SE é fundamental analisar e avaliar o seu desenvolvimento e a aprendizagem dos alunos, bem como as limitações e possibilidades apresentadas por esta SE.

Passo 4 - reelaboração do material: a reelaboração da SE deve ocorrer pelos atores envolvidos, por meio das contribuições adquiridas após a implementação e a análise da SE.

III. Etapas para implementar a SE “Filtro Biológico” na educação básica:

Etapa 1 - Problematização: a partir da síntese da SD do Quadro 3, esta primeira etapa refere-se ao tratamento contextualizado dos conteúdos conceituais, a partir da visão pessoal que cada aluno traz do seu cotidiano a respeito do tema. Para a problematização da SE “Filtro Biológico”, podem ser abordadas diferentes questões que estão exemplificadas no Quadro 4:

Quadro 4 – Questões iniciais para a contextualizar os conceitos relacionados ao Filtro Biológico

I. Questões iniciais para a contextualização dos conceitos relacionados ao tema Filtro Biológico.

- a) Para onde vão as águas oriundas dos lavatórios de banheiro, máquinas de lavar, tanquinho, pias de cozinha e chuveiros?
- b) O que acontece com a demanda no tratamento de esgoto das redes?
- c) Como diminuir os impactos ambientais em decorrência da poluição hídrica nos mananciais?
- d) Como estimular o uso racional e a conservação de água potável?
- e) Como promover a conservação dos recursos hídricos?
- f) De que forma é possível promover a reciclagem de nutrientes através da utilização do filtro biológico?
- g) O que acontece com o resultado da maximização da infraestrutura de abastecimento de água da rede?

Fonte: elaborado pelos autores

Etapa 2 - Primeira Elaboração: nesta segunda etapa, propõe-se a confecção de um Filtro Biológico para o tratamento de águas cinzas, junto com os estudantes da educação básica, a fim de proporcionar a eles um primeiro contato com conceitos científicos envolvidos na problematização da Etapa 1.

A montagem do Filtro Biológico que será apresentada neste capítulo é baseada no modelo desenvolvido por Calvão e Allain (2021, p. 36). Outras montagens e diferentes Filtros Biológicos podem ser consultados em outras fontes: filtro para a criação de tilápias e peixes, filtro para lagos pequenos, filtro para o tanque e máquina de lavar roupa etc.:



Outras fontes:

LIMA, A. **Sistema de tratamento de águas cinzas**. 2020. Disponível em: <https://youtu.be/ck18MC5klHY>. Acesso em: 28 jan. 2022.

TOORES, J. **Sistema de Reuso de Águas Cinzas Residencial - reduzindo sua conta de água**. Disponível em: https://youtu.be/x1n_PlfQEMk. Acesso em: 28 jan. 2022.

PEIXES & AQUAPONIA. **Filtro biológico passo a passo: Criação de tilápias em caixas d'água**. 2019. Disponível em: https://youtu.be/tvyMK_bvUPc. Acesso em: 28 jan. 2022

As orientações para a confecção do Filtro Biológico da SE proposta para este capítulo estão sintetizadas nas etapas do Quadro 5.

Quadro 5 – Orientações para a confecção de um Filtro Biológico**1) Materiais para a confecção do Filtro Biológico:**

Para montar o filtro biológico, você vai precisar dos seguintes materiais:

Figura 4 – Materiais para a montagem do filtro biológico



Fonte: elaborado pelos autores

2) Passo a passo para a montagem do Filtro Biológico:

De antemão, é necessário dimensionar o tamanho dos tanques. Recomenda-se que a profundidade seja em média de 1,20m. Já a largura e o comprimento podem sofrer alterações com base na quantidade de moradores. Sendo assim, é aconselhável estabelecer de 5 a 7 m³ por morador.

Passos para a construção:

- 1) Instale a caixa de gordura no começo do encanamento. A caixa de gordura recebe a água do chuveiro da casa e da cozinha.
- 2) Cave uma média de 3 a 4 buracos em forma de círculos e mais orgânicos, atendendo-se para a inclinação do terreno (Figura 5a).
- 3) Assim que as paredes dos buracos forem chapiscadas, fixe a tela nas paredes, reboque as paredes e faça um piso grosso no fundo do buraco (Figura 5b).
- 4) Instale o encanamento permitindo que a entrada da água alcance o fundo do buraco e a saída da água ocorra por cima (Figura 5b).

Figura 5a—Construção dos buracos



Fonte: Calvão e Allain (2021, p. 37).

Figura 5b—Chapiscamento dos buracos, fixação de telas e estação dos canos



Fonte: Calvão e Allain (2021, p. 37).

- 5) Preencha o primeiro tanque apenas com entulho ou pedra e carvão disponíveis.
- 6) Faça uma tampa sobre o primeiro tanque para propiciar a fase anaeróbica, impedindo a entrada de ar (ver Esquema da Figura 3).
- 7) Preencha o segundo tanque com entulho, carvão e uma camada de cascalho no comprimento de 40cm (Figura 6).

Figura 6 – Construção do segundo tanque



Fonte: Calvão e Allain (2021, p. 37)

- 8) Preencha o terceiro tanque com um pouco menos de entulho, uma camada maior de cascalho e carvão e uma camada de 30cm de comprimento de terra. Plante mudas de capuchinha e outras plantas a seu gosto (Figura 7).
- 9) O quarto tanque é tido como reservatório da água limpa, que tem a possibilidade de beneficiar uma criação de peixes. Vale ressaltar que é necessário que seja pintado com material impermeável e ter um “ladrão”, destinado para a horta ou pomar (Figura 7).

Figura 7 – Criação e organização dos tanques

2º Tanque



3º Tanque



4º Tanque



Fonte: Calvão e Allain (2021, p. 37)

3) Conclusão da Primeira Elaboração:

Para fechar a etapa da Primeira Elaboração, é importante apresentar aos estudantes alguns questionamentos:

- Como o filtro biológico assegura a filtração e como ele permite o desenvolvimento dos microrganismos, que vão consumir e digerir a matéria orgânica?
- Para que serve o entulho de obra ou pedra, carvão, cascalho (ou brita) e areia nos tanques?
- Quais microrganismos fazem o tratamento biológico das águas cinzas no filtro biológico?
- Após o tratamento das águas cinzas, de que modo é possível reaproveitá-las?

Fonte: elaborado pelos autores

Etapa 3 - Função da Elaboração e Compreensão Conceitual: para abordar de forma sistemática os conceitos vistos na Etapa 2, sugere-se retomar as questões da primeira etapa e apresentar novos problemas para serem discutidos a partir de um discurso mais científico. Nesta etapa, apresentamos exemplos de atividades práticas visando aprimorar a compreensão das palavras representativas da primeira e segunda etapas.

Quadro 6 – Nova Problematização

1. Para a atividade prática sobre Eutrofização:

- a) Como a decomposição de matéria orgânica na água altera a concentração de oxigênio dissolvido?
- b) O que as baixas concentrações de oxigênio na água podem provocar?
- c) A origem da matéria orgânica em excesso nos corpos d'água pode se dar por quais motivos?

2. Para a demonstração sobre Biociclo de Água Doce:

- a) De que forma a água está distribuída no planeta?
- b) Quais são os reservatórios de água doce?

Fonte: elaborado pelos autores

Quadro 7 – Novas atividades práticas

1. Atividade prática sobre Eutrofização:

a) O objetivo dessa atividade é fazer a demonstração de como a decomposição da matéria orgânica na água pode alterar consideravelmente a concentração de oxigênio dissolvido, processo esse que é conhecido como “eutrofização”.

b) Utilizando água, azul de metileno (corante que pode ser adquirido em farmácias), potes de vidro com tampa, biscoitos (ou outro tipo de alimento, mas evite a utilização de alimentos que apresentem muitos conservantes e/ou corantes) e uma colher, a prática para a compreensão do processo de eutrofização poderá ser realizada.

c) Pingue algumas gotas do corante azul de metileno na água e depois misture. Logo após, despeje nos potes de vidro;

d) Para tal, um pote será utilizado como controle, já no outro pote acrescente os biscoitos; tampe os potes e guarde em local protegido da luz do sol.

Observação: É necessário aguardar entre 2 e 5 dias, que é o tempo necessário para iniciar a decomposição bacteriana, que pode variar conforme o tipo de alimento usado e as condições de temperatura do ambiente.

e) Desenvolva alguns questionamentos com os alunos sobre a presença da Eutrofização no meio ambiente (Figura 8).

Figura 8 – Exemplo da mortandade de peixes no processo de Eutrofização



Fonte: Baldassin (2015). Disponível em: <https://www.iguiecologia.com/eutrofizacao/>

2. Atividade de demonstração do Biociclo de Água Doce:

a) Utilizando amostra da água de um laguinho, lâminas, lamínulas, conta-gotas, papel de filtro e um microscópio, a prática para a demonstração do Biociclo de Água Doce poderá ser realizada.

b) Faça a coleta de uma amostra da água doce de um lago, posteriormente, adicione algumas folhas de verdura que não estejam lavadas, que vão garantir a presença de microrganismos. Nessas devidas condições, os microrganismos irão se multiplicar, proporcionando bons resultados na atividade.

Observação: os alunos deverão receber orientações sobre a montagem das lâminas.

c) Após a finalização do processo, os seres vivos observados no microscópio deverão ser desenhados.

Observação: os desenhos deverão receber títulos ou legendas.

Fonte: elaborado pelos autores

Formalização dos conceitos: poderá ser feita pela retomada dos problemas da primeira etapa para serem tratados e discutidos a partir de um discurso mais científico, a partir de novas questões:

Quadro 8 – Formalização dos conceitos

1. Quais os danos causados pelo processo de eutrofização de águas?
2. Com a alta mortalidade dos peixes em decorrência da eutrofização, como isso afeta a qualidade dos efluentes?
3. Como é chamado o conjunto de ecossistemas de água doce?
4. Como funciona a ação dos microrganismos no biociclo de águas doces?
5. O que foi possível analisar através das observações microscópicas da amostra de água do lago?

Fonte: elaborado pelos autores.

9.4 Algumas Considerações

Como ressaltado anteriormente, a Situação de Estudo apresentada teve inspiração no trabalho de Fernandes e Allain (2021), na cartilha “Diálogos entre Educação e Permacultura: formando professores para a sustentabilidade – atividades interdisciplinares para a educação básica” (ALLAIN, 2020), e na cartilha “Ecotecnologias Sociais” (CALVÃO; ALLAIN, 2021). As potencialidades do filtro

biológico como SE para a EB são inúmeras, ou seja, é possível desenvolver discussões acerca dos recursos hídricos, desperdício de água e uso consciente, além de conteúdos interdisciplinares. Pode-se ainda buscar problematizar ações presentes no cotidiano dos alunos, como a utilização das águas de pias de cozinha e banheiro, a água do chuveiro, para onde vai essa água e o que poderíamos propor para melhorar o uso desse recurso. É necessário se ter em mente que a estruturação da SE depende da equipe interdisciplinar e principalmente do empenho do professor e da sua capacidade de organização dos conteúdos e planejamento das atividades, garantido dessa forma a colaboração de professores, universitários, especialistas e alunos envolvidos.

Algumas limitações que podem surgir referem-se ao envolvimento da turma, o mal planejamento da equipe e dos professores e a falta de diálogo entre as partes envolvidas, por isso é de suma importância que o professor respeite os pilares das SE para que elas se concretizem em suas aulas. Portanto, esperamos que esse material sirva de apoio para que professores da EB possam utilizar o filtro biológico como SE em suas escolas, na perspectiva de se desenvolver também o que está proposto na BNCC, objetivando uma educação contextualizada, interdisciplinar, transversal e integradora.

Referências

ALLAIN, L. R. (org.) **Diálogos entre educação e Permacultura**: formando professores para a sustentabilidade – atividades interdisciplinares para a educação básica (cartilha). Diamantina: Editora UFVJM, 2020. 59 p. ISBN: 978-85-7045-053-1.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/39xhJfj>. Acesso em: 19 jan. 2022.

CALVÃO, A. L.; ALLAIN, L. R. **Ecotecnologias Sociais**. 1. ed. Diamantina, Minas Gerais: UFVJM, 2021. 48 p. Disponível em: <https://geppufvjm.wixsite.com/permacultura/publica%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em: 18 jan. 2022.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Conselho Pleno. Parecer CNE/CP nº 14/2012, de 06 de junho de 2012. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 junho 2012. Seção 1, p. 18.

CRUZ, A. B., GEHLEN, S. T. "A mecânica do corpo humano": uma Situação de Estudo elaborada na formação inicial de professores de Física da Uesc. *In*: MASSENA, E. P. (org.) **Situação de Estudo**: Processo de significação pela pesquisa em grupos interinstitucionais. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.

DELL'UOMO, Francisco. **Análise técnica e econômica dos processos de tratamento de águas cinzas visando ao reúso**. Rio de Janeiro, v. 110, 2014. Disponível em: <https://bit.ly/3vVBvZO>. Acesso em: 18 jan. 2022.

FERNANDES, G. W. R.; ALLAIN, L. R. Diálogos entre situação de estudo e Permacultura: uma proposta interdisciplinar para o ensino de ciências. *In*: MASSENA, E. P.; RODRÍGUEZ, A. S. M. (org.). **Reconfiguração Curricular no ensino de Ciências**. Ijuí: Editora Unijuí, 2021.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Editora Átomo, 2008.

RAPOPORT, B. **Águas cinzas: caracterização, avaliação financeira e tratamento para reúso domiciliar e condominial**. 2004. 85 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/5112>. Acesso em: 18 jan. 2022.

Capítulo 10. Situação de Estudo baseada no Biodigestor

Hugo Cássio Aquino

Iury Henrique Fernandes

Lumma Taynara Ferreira de Paula

Maria Eduarda Soares Barbosa

Allan Ramos Martins

Ubiratan Pires

10.1 Introdução

A crescente disposição de resíduos e dejetos orgânicos advindos da criação de animais nas mais diversas propriedades rurais brasileiras vem acarretando inúmeros problemas e impactos ao meio ambiente. Neste sentido, esses dejetos dispostos no meio ambiente produzem chorume, que, posteriormente, se infiltra no solo, provocando a poluição dos mananciais. Além de contaminar o solo, este pode ser um fator primordial para a emissão de gases que contribuem significativamente para o efeito estufa. Segundo Barbosa e Langer (2011 *apud* Paixão, Batista e Cruz, 2019, p. 351), o metano (CH₄) “é um dos principais gases de efeito estufa e os animais são grandes emissores desse gás para a atmosfera por meio de suas fezes e também pela respiração”. Neste sentido, a utilização do biodigestor possibilita o aproveitamento das fezes dos animais, bem como de outros tipos de resíduos, sendo importantíssimo para a diminuição da emissão de gases na atmosfera.

10.2 A Tecnologia Social “biodigestor” como tema de uma Situação de Estudo para o Ensino de Ciências

O biodigestor pode ser definido como uma Tecnologia Social (TS) de baixo custo, que se caracteriza por ser de fácil implantação e utilização. Neste

sentido, estes equipamentos visam fazer a reutilização dos dejetos e resíduos orgânicos produzidos nas propriedades rurais, e em outras localidades nas quais possam vir a ser gerados, evitando que sejam dispostos no meio ambiente. Esse equipamento produz um biogás, que é proveniente dos dejetos e resíduos, cujo reaproveitamento contribui para uma maior sustentabilidade e preservação.

O biodigestor foi inventado na Inglaterra no ano de 1806 por Humphrey Davy (BEZERRA, 2014), sendo posteriormente adaptado e desenvolvido pelos indianos um outro modelo que atendia às necessidades naquela época.

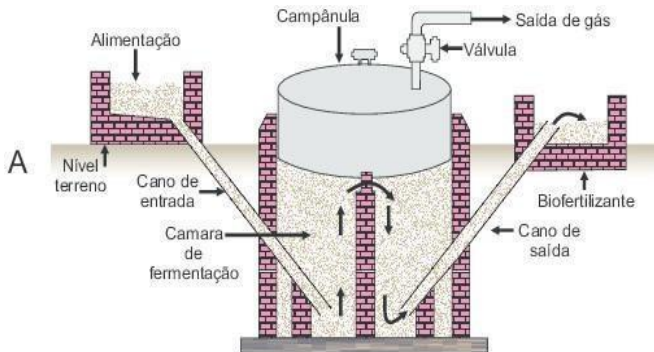
No Brasil, os biodigestores foram implementados nos anos de 1970 e, desde então, são utilizados principalmente nas propriedades rurais, por estas sofrerem dificuldade com o destino dos dejetos orgânicos. Os biodigestores são de fácil construção e produzem biogás, fonte de energia renovável, devido à atividade anaeróbica de bactérias metanogênicas e pela decomposição da matéria orgânica. Segundo Amaral *et al.* (2004 *apud* Araújo, 2017), os biodigestores “são fonte de energia térmica, mecânica e elétrica, permitindo ainda a utilização do resíduo final como biofertilizante” além de ajudarem na redução da matéria orgânica que seria lançada no meio ambiente e na emissão de gases que afetam a atmosfera, sendo eles o gás metano (CH_4) e o dióxido de carbono (CO_2).

Neste sentido, para Deganutti *et al.* (2002, p. 2) “existem, atualmente, uma gama muito grande de modelos de biodigestores, sendo cada um adaptado a uma realidade e uma necessidade de biogás”.

O biodigestor indiano (Figura 1), por exemplo, é conhecido como biodigestor de campânula flutuante. Deganutti *et al.* (2002) afirmam que o modelo indiano de biodigestor se caracteriza:

Por possuir uma campânula como gasômetro, a qual pode estar mergulhada sobre a biomassa em fermentação, ou em um selo d'água externo, e uma parede central que divide o tanque de fermentação em duas câmaras. A função da parede divisória faz com que o material circule por todo o interior da câmara de fermentação (DEGANUTTI *et al.* 2002, p. 02).

Figura 1 – Biodigestor Modelo Indiano

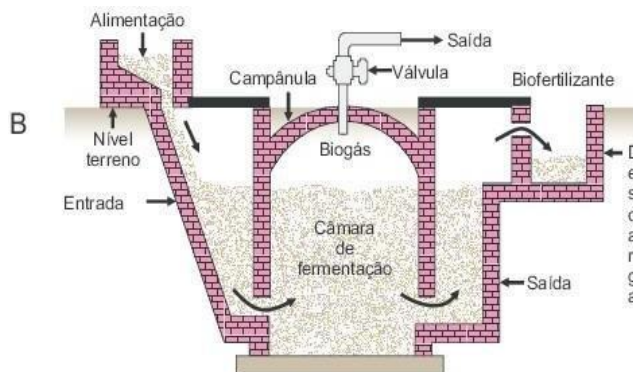


Fonte: <https://bit.ly/3vxo7R>

O modelo chinês de biodigestor (Figura 2) se caracteriza por ser formado, geralmente, por uma câmara cilíndrica, revestida de tijolos - onde ocorre a fermentação - e fechada com teto abobadado, ou seja, feito de maneira esférica e impermeável, designado para o armazenamento do biogás. Como afirmam Deganutti *et al.* (2002),

Este biodigestor funciona com base no princípio de prensa hidráulica, de modo que aumentos de pressão em seu interior resultantes do acúmulo de biogás resultarão em deslocamentos do efluente da câmara de fermentação para a caixa de saída, e em sentido contrário quando ocorre descompressão (DEGANUTTI, *et al.* 2002, p. 02).

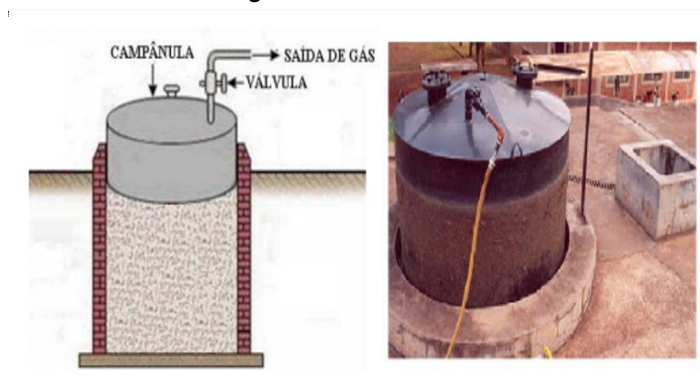
Figura 2 – Biodigestor Modelo Chinês



Fonte: <https://bit.ly/3F4aebT>

O biodigestor modelo Batelada (Figura 3) consiste em um equipamento que apresenta fácil montagem, por ser instalado utilizando somente um tanque único e/ou vários tanques anaeróbicos ordenadamente. Esse tipo de biodigestor é abastecido comumente uma única vez, o que possibilita a ele adaptar-se melhor em locais onde a biomassa é coletada em períodos mais longos “como ocorre em granjas avícolas de corte, cuja biomassa fica a disposição após a venda dos animais e limpeza do galpão” (DEGANUTTI *et.al.*, 2002).

Figura 3 – Modelo Batelada



Fonte: <https://bit.ly/3wonyK2>

Sendo o biodigestor uma possibilidade para desenvolver uma Situação de Estudo (SE), esta TS pode ser trabalhada na educação básica de maneira a articular diversas disciplinas presentes no currículo de Ciências da Natureza, vinculadas aos conteúdos de Biologia, Química, Física, História, Matemática e Geografia de uma forma interdisciplinar. É neste sentido que Freitas, Furtado e Cuevas (2018) afirmam que:

A escola possui um papel de destaque na formação crítica do aluno, e isto faz da escola um ambiente que deve ser multidisciplinar. A educação que prepara o aluno para o futuro deve ser problematizada e abordada criticamente, possibilitando a construção de novos conhecimentos. Esta preparação não deve ser linear e deve abordar distintas estratégias e métodos para o melhor desempenho do aluno no processo de ensino aprendizagem. (FREITAS; FURTADO; CUEVAS, 2018, p. 67).

Lembramos que as sub temáticas exploradas numa SE não estão vinculadas necessariamente à uma base, parâmetros ou a um currículo proposto por uma Secretaria Estadual de Educação. A SE é uma proposta de organização dos conteúdos que não segue necessariamente o currículo proposto. Assim, os conteúdos de Biologia, por exemplo, podem ser abordados em temáticas relacionadas com: processos de fermentação, biodigestão anaeróbica e decomposição. Se pensarmos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) e no Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG) (SEE/MG, 2019) do ensino médio, estes conteúdos estariam relacionados com as unidades temáticas: Teia da Vida, Matéria e Energia e Tecnologias e Linguagens.

Para os conteúdos de Química, podem-se abordar as temáticas relacionadas com: transformações químicas e impactos do gás metano no meio ambiente, sendo que estas temáticas também estão presentes tanto na BNCC quanto no CRMG do ensino médio, estando relacionadas com as unidades temáticas: Matéria e Energia e Tecnologia e Linguagens.

Os conteúdos de Física podem ser relacionados com as subtemáticas: Transformação de energia; Propagação de calor; Estados da matéria; Termodinâmica; Pressão dos gases; Volume; Densidade; Calor; Calor latente e Calor específico. Estas subtemáticas, tanto na BNCC quanto no CRMG do ensino médio, podem também estar relacionadas com as unidades temáticas: Matéria e Energia e Tecnologia e Linguagens.

Quanto aos conteúdos de Matemática, podem ser abordadas sub temáticas relacionadas com: unidades de medidas, áreas e perímetro para a confecção do biodigestor etc. Estas subtemáticas, tanto na BNCC quanto no CRMG do ensino médio, estão relacionadas com as unidades temáticas: Geometria e Medidas.

Por fim, os conteúdos relacionados a História podem ser desenvolvidos levando em consideração: Contexto histórico acerca do surgimento do biodigestor; 2ª Guerra Mundial; Surgimento do biodigestor na Inglaterra, China e Índia, e Geografia: Reaproveitamento de matéria orgânica; Produção e fontes de energia; Conservação de energia; Geração de energia limpa; consumo e gerenciamento dos resíduos sólidos; e desenvolvimento sustentável. Neste

sentido, os conteúdos relacionados à História e Geografia tanto na BNCC quanto no CRMG do ensino médio, estão relacionados com a unidade temática: Indivíduo, Natureza, Sociedade, Cultura e Ética.

Desta forma, este capítulo busca trazer uma SE que terá um enfoque na construção de um mini biodigestor, visando envolver os estudantes da educação básica. Neste contexto, a construção do mini biodigestor pode ajudar os estudantes a alcançarem uma melhor percepção acerca dos diferentes conteúdos abordados, os tornando mais ativos e participativos de forma que percebam como os diversos conteúdos que permeiam a SE abordada se relacionam com seu cotidiano.

10.3 Situação de Estudo baseada na Permacultura e na Tecnologia Social “Biodigestor”

I. Alguns aspectos da SE biodigestor para organizar os conteúdos escolares:

1) Relevância social do tema: a TS “biodigestor”, tema desta SE, é relevante para a educação básica, pois tem o objetivo de mostrar aos estudantes que os resíduos orgânicos podem ser transformados em biogás e fertilizantes, ou seja, não serão descartados de maneira inadequada no meio ambiente, e ainda servirão de matéria prima para produção de energia limpa, que pode ser utilizada no dia a dia – o biogás. Além disso, este tema é relevante para auxiliar aquelas comunidades que se encontram na zona rural e que não tem nenhum tratamento de esgoto adequado, sendo o biodigestor uma alternativa de destinação para esses resíduos.

2) Aproximação da realidade do aluno para pensar os conteúdos que serão abordados: os conceitos presentes na SE “biodigestor” podem ser abordados de forma interdisciplinar e integrada com várias áreas do conhecimento, incorporando conteúdos de Biologia, Física, Química, Matemática, Geografia e História (Quadro 1), uma vez que a história da criação de biodigestores e seu desenvolvimento estão relacionados diretamente à necessidade do reaproveitamento de matéria orgânica para geração de uma energia limpa; consequentemente, de um desenvolvimento sustentável. Com o estudo da

decomposição e fermentação, pode-se concluir que existe uma transformação de energia a partir do biodigestor para a produção de biogás, que permite ser utilizado na cozinha.

Quadro 1 – Conceitos organizados por componente curricular para a SE “biodigestor”

Componente curricular	Principais conteúdos
<i>Biologia</i>	Bactérias; Processos de fermentação; Biodigestão anaeróbica; Decomposição.
<i>Física</i>	Transformação de energia; Propagação de calor; Estados da matéria; Termodinâmica; Pressão dos gases; Volume; Densidade; Calor; Calor latente e calor específico.
<i>Química</i>	Processos de Fermentação; Transformações químicas e impactos do gás metano no meio ambiente; Diferença entre gás metano e gás butano.
<i>Matemática</i>	Unidades de medidas, geometria, áreas, volumes e perímetro para a confecção do biodigestor.
<i>Geografia</i>	Reaproveitamento de matéria orgânica; Produção e fontes de energia; Conservação de energia; Geração de energia limpa. Gestão dos resíduos sólidos e desenvolvimento sustentável.
<i>História</i>	Contexto histórico acerca do surgimento do biodigestor; 2ª Guerra Mundial; Surgimento do biodigestor na Inglaterra, China e Índia.

Fonte: elaborado pelos autores

3) Elaboração e produção da SE a partir de diálogos interdisciplinares, envolvendo agentes de diversas áreas das Ciências: a proposta da elaboração desta SE envolvendo a TS biodigestor foi desenvolvida a partir de uma formação realizada por membros do Grupo de Estudos e Práticas em Permacultura (GEPP), composto por docentes, discentes e permacultores, juntamente com os docentes, licenciandos e professores supervisores, membros do PIBID Ciências Biológicas da UFVJM.

Desta forma, o objetivo das discussões interdisciplinares era o de elaborar uma SE baseada na Permacultura, tendo como base uma TS. Após conhecer algumas experiências escolares com biodigestores (CARTAXO *et al.* 2020; SILVA, 2015; FREITAS *et al.* 2018), esta proposta curricular com a TS biodigestor foi planejada para ser utilizada de uma forma bastante didática, permitindo a contextualização desta TS com conteúdos científicos relacionados à Física, Química e Biologia, em conexão com as disciplinas de História, Geografia e Matemática.

II. Elaboração da SE biodigestor a partir de quatro passos:

Passo 1 - a elaboração da SE em coletivo: para a estruturação da SE biodigestor, alguns elementos da sua elaboração e desenvolvimento estiveram presentes e estão caracterizados no Quadro 2:

Quadro 2 – Elementos que caracterizam a elaboração da SE biodigestor

1. Problematização sobre descarte de resíduos e produção de energia limpa;
2. Materiais necessários para a confecção de um biodigestor;
3. Etapas de montagem do biodigestor;
4. Compreensão dos conceitos de decomposição, transformação de energia etc.;
5. Compreensão sobre os biodigestores e sua construção, bem como geração de energia limpa;
6. Demonstração do funcionamento de um biodigestor;
7. Compreensão sobre produção e usos da energia limpa - biogás.

Fonte: elaborado pelos autores

O planejamento desta SE está estruturado em forma de uma Sequência Didática (SD), seguido de orientações das três etapas para implementar a SE biodigestor na educação básica: 1 – Problematização; 2 - Primeira Elaboração; 3 - Função da Elaboração e Compreensão Conceitual (FERNANDES; ALLAIN, 2021; CRUZ; GEHLEN, 2016). Neste sentido, propomos inicialmente, uma síntese de uma SD, a partir dos elementos do Quadro 2 e das etapas para a implementação da SE biodigestor, que está esquematizada no Quadro 3.

Quadro 3 – Síntese da SD que caracteriza a elaboração da SE biodigestor

Etapas	Nº de encontros/ duração	Subtema da Etapa	Conteúdos Conceituais	Descrição, Estratégias e Recursos
1. Problemática	1 aula/ 50 min	Descarte de resíduos e geração de energia limpa.	Energia; Decomposição	<i>Questões iniciais (Quadro 4):</i> para entender as percepções dos estudantes acerca do tema proposto. <i>Outras problematizações:</i> vídeo sobre a produção de energia através de um biodigestor: https://www.youtube.com/watch?v=_xzAj3pkm50
2. Primeira Elaboração	6 aulas/ 50 min	Processos de decomposição da matéria orgânica associado as etapas de construção do biodigestor	Reaproveitamento de matéria orgânica; Unidade de medidas.	<i>Montagem de um mini biodigestor (Quadro 5):</i> Passo a passo de montagem de um biodigestor caseiro: https://youtu.be/pKZgnXQCp98 .
3. Função da Elaboração e Compreensão Conceitual	2 aulas/ 50 min	Produção e conservação de energia.	A associação do consumo e o gerenciamento dos resíduos sólidos empregados à necessidade do desenvolvimento sustentável.	<i>Aula expositiva dialogada (Quadro 6):</i> retomada dos conteúdos conceituais que envolvem o biodigestor e a discussão de novos questionamentos tendo como base o vídeo: https://youtu.be/TZ048Gi2zRk <i>Atividades (Quadros 7 e 8):</i> Criação de folders informativos sobre a produção de energia limpa e de uma cartilha.

Fonte: elaborado pelos autores

Passo 2 - Implementação da SE: sugere-se que a implementação da SE, “biodigestor” deva ser realizada com os estudantes do 1º (primeiro), 2º (segundo) e 3º (terceiro) ano do ensino médio da educação básica, sempre acompanhados

pelos atores envolvidos na sua elaboração. Esta SE será desenvolvida na educação básica por meio de três etapas: 1) problematização; 2) primeira elaboração; 3) função da elaboração e compreensão conceitual (essas etapas serão aprofundadas no tópico “III. Etapas para implementar a SE biodigestor na educação básica”).

Passo 3 - análise da SE: após aplicada a SE é fundamental analisar e avaliar o seu desenvolvimento e a aprendizagem dos estudantes, bem como as limitações e possibilidades apresentadas por esta SE;

Passo 4 - reelaboração do material: a reelaboração da SE deve ocorrer pelos atores envolvidos, por meio das contribuições adquiridas após a implementação e a análise da SE.

III. Etapas para implementar a SE biodigestor na educação básica:

Etapa 1 - Problematização: a partir da síntese da SD do Quadro 3, esta primeira etapa refere-se ao tratamento contextualizado dos conceitos a partir da visão pessoal que cada estudante traz do seu cotidiano a respeito do tema. Para o tema biodigestor, sugerimos algumas questões iniciais que podem ser abordadas na sala de aula (Quadro 4):

Quadro 4 – Questões iniciais para a contextualizar os conceitos relacionados ao biodigestor

I. Questões iniciais para a contextualização dos conceitos relacionados ao tema biodigestor.
a) Como se deve descartar os resíduos orgânicos provenientes dos dejetos de animais? b) O que acontece com os dejetos e resíduos orgânicos quando descartados no solo? c) Os resíduos orgânicos jogados no solo se decompõem? Como? d) O que pode ser produzido a partir da decomposição de matéria orgânica? e) Você acha que a matéria orgânica pode ser reutilizada? f) O que pode ser feito com o gás produzido em um biodigestor? g) Onde acontece o processo de fermentação no biodigestor e quem o realiza?

Fonte: elaborado pelos autores

Etapa 2 - Primeira Elaboração: nesta segunda etapa, propõe-se a confecção de um protótipo de biodigestor (um mini biodigestor), juntamente com os estudantes da educação básica, professores de diferentes áreas e especialistas, a fim de proporcionar aos estudantes um primeiro contato com os conceitos científicos envolvidos na problematização da Etapa 1.

Existem diferentes possibilidades para o desenvolvimento do biodigestor em meios rurais e escolares, que exemplificamos a seguir:



Outras fontes:

Biodigestor Indiano: Como construir um biodigestor Indiano para produzir Gás de Cozinha. 2018. Disponível em: <https://youtu.be/eZfx5KV14po>. Acesso em: 22 jan. 2022.

Biodigestor Caseiro:

Vídeo completo incluindo confecção de filtros e área de armazenamento. Disponível em: https://youtu.be/_h81mhCpYuA. Acesso em: 29 jan. 2022.

PAIXÃO, V. V. M.; BATISTA, C. H.; CRUZ, M. C. P. Construção de um biodigestor na escola: um estudo de caso fundamentado numa perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 351-359, nov. 2019. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc41_4/07-RSA-56-18.pdf. Acesso em 23 jan. 2022.

A confecção do mini biodigestor foi baseada nas orientações disponíveis no BGS EQUIPAMENTOS PARA BIOGÁS, disponível em: <https://www.bgsequipamentos.com.br/como-construir-um-mini-biodigestor/> e estão sintetizadas nas etapas do Quadro 5.

Quadro 5 – Orientações para a confecção de um biodigestor

1) Materiais para a confecção do biodigestor:	
Dentre os materiais que serão utilizados para a confecção deste mini biodigestor, é perceptível que diversos deles podem ser reutilizados. Desta forma, este modelo de biodigestor utiliza materiais de baixo custo, além de caracterizar-se por ser de fácil implantação e utilização.	
Quantidade	Material para a construção
01 L	Galão de água de 20 L que será para o biodigestor.
01	Câmara de pneu vazio para o armazenamento do biogás.
02 m	Tubulação de plástico maleável de 6mm de diâmetro.
01	Tee de 6mm de diâmetro.
01	Válvula com registro 6mm.
01 m	Tubo PVC de 20mm.
02	Cap de PVC de 20mm de diâmetro.
01	Tubo de cola tipo Super bonder.
-	Areia fina.
01	Sacola plástica.
01	Rolo de fita adesiva.
01	Pincel grande.
01	Lata pequena de tinta cor preta.
01	Balde de plástico de 20 L.
01	Funil de plástico.
-	Equipamento de solda (opcional).

2) Passo a passo para a montagem do biodigestor:

Caracterização do biodigestor:

Na Figura 4 estão presentes todos os componentes utilizados para a confecção do mini biodigestor.

Figura 4 – Componentes do Mini biodigestor



Fonte: <https://bit.ly/3kxsNf5>

Construção do mini biodigestor:

2.1) Primeira etapa: Inicialmente, é necessário cortar o tubo PVC de 20 mm para que ele fique do mesmo tamanho ao qual se encontra o gargalo do galão de 20 L (Figura 5).

Figura 5 – Cortando o cano PVC



Fonte: <https://bit.ly/3FmdGyR>

2.2) Segunda etapa: Na segunda etapa, é necessário que se faça uma abertura na parte superior do galão com o mesmo diâmetro do cano de 20mm para a entrada da matéria orgânica (Figura 6). É recomendado que para a realização da abertura no galão, se utilize uma máquina de solda para que o corte saia da melhor maneira possível. Lembre-se de tomar o devido cuidado nesta etapa, principalmente se este procedimento for realizado no ambiente escolar. Esta etapa não deve ser realizada pelos estudantes.

Após o corte, encaixe o tubo de cano PVC de 20 mm na abertura, deixando um espaço de 5 cm acima do fundo do galão e, em seguida, conecte um dos cap de 20 mm na porção do tubo que se encontra do lado de fora do galão.

Figura 6 – Abertura na porção superior no galão



Fonte: <https://bit.ly/3vBmj5l>

2.3) Terceira etapa: Para a liberação da matéria orgânica metabolizada, é necessário que se faça uma abertura na lateral do galão (Figura 7), com aproximadamente 2 cm de diâmetro no lado oposto ao que se encontra a entrada do tubo, e a 10 cm abaixo da parte de superior do galão.

Encaixe o restante do tubo PVC de 20 mm e logo insira o outro cap de PVC de 20 mm na porção do tubo que se encontra do lado de fora do galão.

Figura 7 – Abertura lateral no galão



Fonte: <https://bit.ly/3KCoYjo>

- 2.4) Quarta etapa:** Para a fixação dos tubos e para impedir que o ar entre dentro do biodigestor, adicione um pouco de areia fina ao redor da conexão entre o tubo e o galão (Figura 8), e posteriormente insira a cola *super bonder* de maneira que molhe toda a areia. É importante que se passe bastante cola *super bonder*, para que os tubos não se soltem e principalmente para que não haja entrada de ar.

Figura 8 – Preparação do piso do biodigestor e cano guia



Fonte: <https://bit.ly/38KVEdi>

- 2.5) Quinta etapa:** Para a liberação do biogás, é necessário que se faça uma abertura lateral no gargalo do galão de aproximadamente 0,6 cm. Depois desse passo, ligue a tubulação maleável de 6 mm e fixe (Figura 9) realizando o mesmo passo da etapa anterior, utilizando a mistura de areia com cola (Figura 8).

Figura 9 – Liberação do biogás



Fonte: <https://bit.ly/3LEzMyD>

2.6) Sexta etapa: Para essa etapa, é necessário que se corte a tubulação maleável de 6 mm e ligue a mesma em uma ponta na parte central do tee de 6mm de diâmetro. Em seguida, em uma das pontas do tee conecte um pedaço da tubulação e, posteriormente, conecte-a também à câmara de pneu (Figura 10).

Na outra extremidade do tee, conecte o restante da tubulação e na extremidade final da tubulação, ligue a válvula, juntamente com o registro de 6mm.

Figura 10 – Conectando o pneu vazio



Fonte: <https://bit.ly/38Fq4gT>

2.7) Sétima etapa: Por fim, feche completamente o bico do galão, utilizando uma sacola plástica e, para melhor vedação, passe uma fita adesiva ao redor.

Para aumentar a temperatura dentro do biodigestor e evitar que ocorra a incidência de luz no equipamento, é importante que se pinte toda a parte externa do galão com tinta de cor preta (Figura 11), visto que essa cor absorve maior quantidade de calor, facilitando o aumento da temperatura.

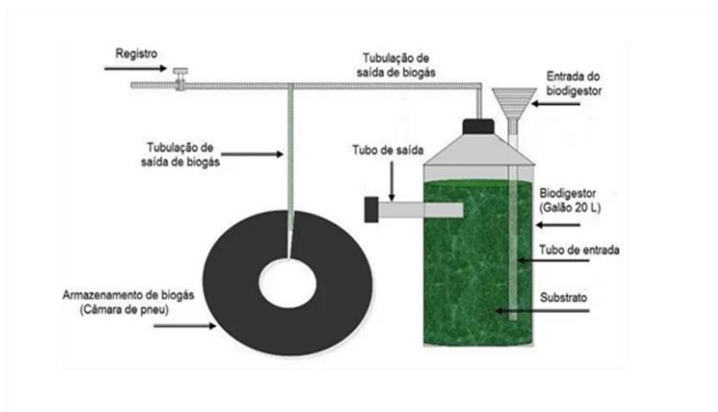
Figura 11 – Resultado final do mini biodigestor



Fonte: <https://bit.ly/3s6qP9E>

Na Figura 12, apresentamos um esquema de construção mini biodigestor, elucidando de forma esquemática o funcionamento deste modelo de biodigestor.

Figura 12 – Esquema de construção do mini biodigestor.



Fonte: <https://bit.ly/3OOQDAR>

3) Conclusão da Primeira Elaboração:

Para fechar a etapa da Primeira Elaboração, é importante apresentar aos estudantes alguns questionamentos:

- Quais tipos de resíduos e dejetos podem ser utilizados no biodigestor?
- Quais processos químicos, físicos e biológicos ocorrem com estes resíduos e dejetos no interior do biodigestor?
- Quais as vantagens econômicas, sociais e ambientais da utilização do biodigestor?

Fonte: elaborado pelos autores

Etapa 3 - Função da Elaboração e Compreensão Conceitual: Para abordar de forma sistemática os conceitos vistos na Etapa 2, sugere-se retomar as questões da primeira etapa e apresentar novos problemas para serem discutidos a partir de um discurso mais científico. Nesta etapa, apresentamos novas problematizações, juntamente com a formalização dos conceitos, com o propósito de desenvolver o entendimento das palavras representativas da primeira e segunda etapas.

Quadro 6 – Nova problematização

- Qual o período de fermentação da matéria orgânica?
- Qual resíduo é o melhor “alimento” para o biodigestor (animal ou vegetal)?
- Como dimensionar um biodigestor de acordo com a quantidade de pessoas que utilizam o espaço em que o biodigestor será instalado?
- Quais são os produtos derivados do biodigestor?

Fonte: elaborado pelos autores

Quadro 7 – Novas atividades

- Debate de ideias sobre o destino dos resíduos e a importância do seu reaproveitamento.
- Criação de *folders* informativos sobre a produção de energia limpa.
- Criação de uma cartilha apresentando os diferentes tipos de biodigestores diferenciando as suas características, suas vantagens e a importância de sua utilização.

Fonte: elaborado pelos autores

Formalização dos conceitos: poderá ser feita pela retomada dos problemas da primeira etapa para serem tratados e discutidos a partir de um discurso mais científico, por meio de novas questões:

Quadro 8 – Formalização dos conceitos

- O biodigestor pode ser empregado como uma alternativa tecnológica para a geração de energia renovável, pois a partir do processo de fermentação anaeróbica tem-se como resultado final um subproduto conhecido como biogás. Como o biogás pode ser utilizado nas residências?
- Os biodigestores poderiam ser uma alternativa à dependência dos combustíveis fósseis?

Fonte: elaborado pelos autores

10.4 Algumas Considerações

Como ressaltado anteriormente, a SE apresentada teve inspiração no trabalho de Fernandes e Allain (2021) e na cartilha “Diálogos entre Educação e Permacultura: formando professores para a sustentabilidade – atividades interdisciplinares para a educação básica” (ALLAIN, 2020), material que apresenta outras proposições a serem testadas.

A TS desenvolvida é de grande importância como SE na educação básica por se tratar de uma tecnologia que é benéfica para o meio ambiente, além de poder ser aplicada no cotidiano dos estudantes, ajudando-os a compreender a utilização do biogás e do biofertilizante, ambos subprodutos da biodigestão dos resíduos orgânicos.

Como potencialidades, o biodigestor pode ser uma das formas de produção de biogás para consumo de uma família, e até mesmo de uma comunidade. Além disso, pode ser uma alternativa de destinação correta dos resíduos e, conseqüentemente, pode favorecer a diminuição da poluição do solo e das águas. Quanto aos limites, deve-se tomar cuidado na montagem do biodigestor na escola, visto que envolve o manuseio de materiais perigosos (solda, ferramentas cortantes) e há produção de gás, que é inflamável.

Referências

ALLAIN, L. R. (org.) **Diálogos entre educação e Permacultura**: formando professores para a sustentabilidade – atividades interdisciplinares para a educação básica (cartilha). Diamantina: Editora UFVJM, 2020. 59 p. ISBN: 978-85-7045-053-1.

ARAÚJO, A. P. C. **Produção de Biogás a Partir de Resíduos Orgânicos Utilizando biodigestor Anaeróbico**. 2017. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

BEZERRA, K. L. P. *et al.* Uso de biodigestores na suinocultura. **Revista Eletrônica Nutritime**, [s. l], v. 11, n. 05, p. 3714-3722, ago. 2014. Disponível em: https://nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/ARTIGO275.pdf. Acesso em: 30 jan. 2022.

BCS EQUIPAMENTOS PARA BIOGÁS. **Como Construir um Mini biodigestor**. Disponível em: <https://bit.ly/3vXLKg7>. Acesso em: 28 jan. 2022.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. **Base Nacional Comum Curricular**, Brasília, MEC: 2018.

CARTAXO, A.; LEITE, V. D.; ALBUQUERQUE, M. V. C.; LOPES, W. S.; CARTAXO, M. A. A. Biodigestor caseiro como ferramenta metodológica para o ensino de educação ambiental nas escolas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 214-230, jun. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3P2pRFo>. Acesso em 22 jan. 2022.

CRUZ, A. B., GEHLEN, S. T. A mecânica do corpo humano: uma Situação de Estudo elaborada na formação inicial de professores de Física da Uesc. In: MASSENA, E. P. (org.) **Situação de Estudo: Processo de significação pela pesquisa em grupos interinstitucionais**. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.

DEGANUTTI, R. *et al.* **Biodigestores Rurais: Modelo Indiano, Chinês e Batelada**. Departamento de Artes e Representação Gráfica, Faac - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Unesp, Bauru, p. 1-5, 2002. Disponível em: <https://bit.ly/3LHpqhx>. Acesso em: 23 jan. 2022.

FERNANDES, G. W. R.; ALLAIN, L. R. Diálogos entre situação de estudo e Permacultura: uma proposta interdisciplinar para o ensino de ciências. In: MASSENA, E. P.; RODRÍGUEZ, A. S. M. (org.). **Reconfiguração Curricular no ensino de Ciências**. Ijuí: Editora Unijuí, 2021.

FREITAS, F. F.; FURTADO, A. C.; CUEVAS, A. L. Y. Construção de um biodigestor didático para a Estação Ciências do Parque Tecnológico de Itaipu. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 65-74, 10 ago. 2018.

FRIGO, K. D. de A. *et al.* Biodigestores: seus modelos e aplicações. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 4, n. 1, p. 57-65, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3vzG7C3>. Acesso em: 22 jan. 2022.

JÚNIOR, F. A. O. **Manual de construção do biodigestor rural**. Disponível em: <https://bit.ly/3wfbdmA>. Acesso em: 23 de Jan de 2021.

PAIXÃO, V. V. M.; BATISTA, C. H.; CRUZ, M. C. P. Construção de um biodigestor na escola: um estudo de caso fundamentado numa perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 351-359, nov. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3LE8Hf8>. Acesso em 23 jan. 2022.

SEE/MG. **Currículo Referência de Minas Gerais**. Belo Horizonte. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3vXaRzU>. Acesso em: 22 de jan. de 2022.

SILVA, Z. R. da. **Manual Didático do biodigestor**. 2015. 29 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia, Programa de Pós- Graduação em Formação Científica Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2015.

Sobre os Organizadores

Luciana Resende Allain é licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais, mestre e doutora em Educação pela mesma universidade. Atualmente desenvolve ações de ensino, pesquisa e extensão como professora da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus Diamantina - MG. É professora do Departamento de Ciências Biológicas e do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia da UFVJM. Coordena o Grupo de Estudos e Práticas em Permacultura (GEPP) e o Grupo de Estudos em Teoria Ator-Rede e Educação (GETARE). Desenvolve pesquisas na área de Ensino de Ciências e Biologia, com ênfase em formação de professores, metodologias de ensino, questões sociocientíficas e diálogos entre conhecimentos tradicionais e científicos.

Email: luciana.allain@ufvjm.edu.br

Geraldo W. Rocha Fernandes é Licenciado em Física pela Universidade de Viçosa (UFV), mestre em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil, mestre e doutor em Ciências da Educação pela Universidade de Lisboa (UL), Portugal. Atualmente, é professor de Ensino em Ciências no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia (PPGECMaT) e no Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Brasil. Coordena o Grupo de Pesquisa em Abordagens e Metodologias em Ensino de Ciências (GRUPAMEC) e desenvolve pesquisas na área de Ensino em Ciências, com especial destaque para a Didática das Ciências, Formação de Professores e Tecnologias Digitais.

Email: geraldo.fernandes@ufvjm.edu.br

Sobre os Autores

Alessandra Lopes Calvão

Idealizadora do Espaço Educacional Contraponto, membro do Grupo de Estudos e Práticas em Permacultura (GEPP/UFVJM)

Allan Ramos Martins

Pibidiano do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Amanda Gabriela Martins

Pibidiana do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Ana Carolina Ribeiro de Oliveira

Pibidiana do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Angélica Oliveira de Araújo

Professora de Ensino de Química no Departamento de Química (DQui) e Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia (PPGECMaT) da UFVJM. Coordenadora de Área do PIBID Ciências Biológicas da UFVJM 2020-2022. Membro do Grupo de Pesquisa em Abordagens e Metodologias em Ensino de Ciências (GPAMEC).

Anna Clara de Oliveira Rodrigues

Estudante do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFVJM e bolsista PIBIC/FAPEMIG.

Beatriz Giovana de A. Guedes

Bolsista do Projeto de Extensão “Diálogos entre Educação e Permacultura”.

Beatriz Soligo Gama

Bolsista do Projeto de Extensão “Diálogos entre Educação e Permacultura”.

Danilo Lopes Santos

Professor de Química da Educação Básica. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia (PPGECMaT). Membro do Grupo de Pesquisa em Abordagens e Metodologias em Ensino de Ciências (GPAMEC).

Flávia Rodrigues Pereira

Pibidiana do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Gabriel Francisco Ferreira Cruz

Pibidiano do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Geovanna Bonfim de Souza

Pibidiana do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Geraldo W. Rocha Fernandes

Professor de Ensino de Ciências no Departamento de Ciências Biológicas (DCBio) e do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia (PPGECMaT) da UFVJM. Coordenador de Área do PIBID Ciências Biológicas da UFVJM 2020-2022. Membro do Grupo de Estudos e Práticas em Permacultura. Coordenador do Grupo de Pesquisa em Abordagens e Metodologias em Ensino de Ciências (GPAMEC).

Graciele Aparecida Souza Nascimento

Pibidiana do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Hanna Viana Barroso

Pibidiana do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Hugo Cássio Aquino

Pibidiano do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Iury Henrique Fernandes

Pibidiano do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Ivone Rodrigues Miranda e Silva

Professora Supervisora do PIBID Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022 do Ensino Fundamental II.

Jefferson Luiz Costa Santos

Pibidiano do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Juliana Alves Torres Gomes

Pibidiana do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Juliane Dias Barroso

Pibidiana do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Keila Aparecida Santos

Ex-bolsista do Projeto “Diálogos entre Educação e Permacultura”.

Larissa Campos Miranda

Pibidiana do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Lucas Fernandes Silva

Pibidiano do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Luciana Resende Allain

Coordenadora do Projeto de Extensão “Diálogos entre Educação e permacultura” e do Grupo de Estudos e Práticas em Permacultura (GEPP/UFVJM). Professora do Departamento de Ciências Biológicas (DCBio) e do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia (PPGECMaT) da UFVJM.

Lumma Taynara Ferreira de Paula

Pibidiana do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Maíra Figueiredo Goulart

Professora da área de Ecologia no Departamento de Ciências Biológicas (DCBio) e no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia (PPGECMaT) da UFVJM. Membro do Grupo de Estudos e Práticas em Permacultura.

Maria Eduarda Soares Barbosa

Pibidiana do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Milena Kristhie Nascimento

Pibidiana do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Rayane Aparecida Soares Martins

Pibidiana do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Samara Cristina Amorim

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia (PPGECMaT) da UFVJM.

Samuel Giordani

Professor Supervisor do PIBID Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022 do Ensino Fundamental II e do Ensino Médio. Membro do Grupo de Estudos e Práticas em Permacultura (GEPP).

Ubiratan Pires

Professor Supervisor do PIBID Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022 do Ensino Médio.

Vitor Otávio Ferreira Assunção

Pibidiano do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas UFVJM 2020-2022.

Este livro é um produto que integra o eixo Interdisciplinar de Ação de Formação de professores para a sustentabilidade a partir dos diálogos entre Educação e Permacultura, previstos no PROGRAMA CIÊNCIA NA ESCOLA, contemplado no edital MCTIC/CNPq N° 05/2019 do CNPq. O livro é fruto de reflexões e práticas de ensino, pesquisa e extensão envolvendo a Permacultura e suas tecnologias sociais, ocorridas na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Minas Gerais. As articulações com o ensino e a pesquisa ocorreram a partir do projeto de extensão “Diálogos entre Educação e Permacultura”, contemplado desde 2018 pelo PIBEX (Programa Institucional de Bolsas de Extensão), que busca divulgar a Permacultura como um estilo de vida sustentável, para educadores, estudantes e interessados na temática. O livro busca algumas aproximações da Permacultura com o campo da Educação, apontando os desafios e, principalmente, as potencialidades destas aproximações para as práticas educativas. Além de relacionar os princípios da Permacultura com as Tecnologias Sociais (TS), analisamos as potencialidades de diálogo e os contrapontos entre a Permacultura, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a Interdisciplinaridade, a Alfabetização Científica e as Metodologias e Estratégias Ativas. Ao final, sugerimos a Situação de Estudo como uma proposta curricular interdisciplinar para desenvolver diferentes temas a partir das TS da Permacultura, apresentando propostas de práticas de Permacultura, organizadas em Situações de Estudo, envolvendo cinco tecnologias sociais: Bacia de Evapotranspiração, Filtro Biológico, Aquecedor Solar de Baixo Custo, Captação de água da chuva, Biodigestor.



ISBN 978-65-5563-211-8



9 786555 632118 >