

ARTIGOS DOSSIÊ

Julia Neves Nicolao¹

Gustavo Pontual Machado^{II}

Planejando biodigestor em escola na Maré: educação ambiental crítica e tecnologia social

Planning a biodigester in a school in Maré:
critical environmental education and social technology

RESUMO:

A desigualdade no acesso ao saneamento básico e ao meio ambiente equilibrado é fruto de escolhas políticas dentro de um modelo socioeconômico excludente que produz zonas de sacrifício, como as favelas, para se perpetuar. A ciência e a tecnologia estão inseridas neste contexto e, quando se dizem neutras, servem aos interesses hegemônicos. Na luta por justiça ambiental, é preciso pensar soluções de saneamento em favelas. Este artigo relata a experiência de planejamento participativo de um biodigestor com estudantes da Escola Estadual Professor João Borges de Moraes, na Maré, como parte de um processo de educação ambiental crítica. Utilizando a sistematização de experiências práticas, o estudo destaca a observação participante e a análise de roteiros de aula. Os resultados evidenciam o papel ativo dos estudantes, a relevância da prática para o ensino e a formação no tema dos participantes. A contribuição do artigo reside em demonstrar como a educação ambiental crítica e a tecnologia social podem contribuir para a redução das desigualdades através da construção do pensamento crítico, da criação de soluções, do engajamento coletivo, e de políticas públicas, voltados ao saneamento.

Palavras-chave: Saneamento; Educação ambiental crítica; Tecnologia social; Justiça ambiental

ABSTRACT:

The inequality in access to basic sanitation and a balanced environment stems from political choices within an exclusionary socioeconomic model that creates sacrifice zones, such as favelas, to sustain itself. Science and technology are embedded in this context, and when claiming neutrality, they serve hegemonic interests. In the fight for environmental justice, it is crucial to consider sanitation solutions in favelas. This article reports on the participatory planning experience of a biodigester with students at the Escola Estadual Professor João Borges de Moraes in Maré, as part of a critical environmental education process. Using practical experience systematization, the study emphasizes participant observation and lesson plan analysis. The results highlight the active role of students, the relevance of the practice for teaching, and participant education on the topic. The article's contribution lies in demonstrating how critical environmental education and social technology can help reduce inequalities through critical thinking, solution creation, collective engagement, and public policies focused on sanitation.

Keywords: Sanitation; Critical environmental education; Social technology; Environmental justice

^I Mestranda em Tecnologia para o Desenvolvimento Social pela Universidade Federal do Rio de Janeiro , Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
julianicolao@gmail.com,  <https://orcid.org/0009-0000-2161-0797>

^{II} Doutor em Psicossociologia de Comunidades e Ecologia Social pela Universidade Federal do Rio de Janeiro , Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
gustavoxmartins@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0001-5782-3698>

INTRODUÇÃO

O saneamento básico é definido pela Lei nº 11.445 como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. De acordo com o Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB, seu déficit é fruto de fatores políticos e socioeconômicos que precisam ser enfrentados pela sociedade brasileira, construindo a universalização do acesso, a equidade, a integralidade e o controle social na gestão dos serviços públicos até a década de 2030 (Brasil, 2007; Brasil, 2014).

A ausência ou deficiência de sistemas de saneamento causa problemas socioambientais e incide principalmente em favelas, pequenas cidades e áreas rurais. As favelas são regiões das cidades onde habitam populações marginalizadas, pobres, minorias étnicas, que, ao longo da história do Brasil, foram negligenciadas por políticas públicas. Segundo Lima *et al.* (2022), nestes locais, o discurso de guerra às drogas como garantia de segurança pública tem sua face mais cruel. A violência travada entre poderes paralelos e Estado nesses territórios relativiza problemas de saúde, educação, trabalho, transporte, e meio ambiente, diante da urgência da sobrevivência. A ausência de infraestruturas básicas de saneamento é naturalizada

frente ao estado de exceção em que vivem seus moradores e ao abandono da gestão pública.

Embora muitas vezes normalizada, essa realidade sanitária fere os direitos à água e ao esgotamento sanitário defendidos pelo Conselho de Direitos Humanos da ONU (Zancul *et al.*, 2021) e o Direito Constitucional ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum e essencial à vida digna e saudável de toda a coletividade. O excesso de lixo acumulado nas ruas, as enchentes e os alagamentos frequentes, a falta d'água potável, o esgoto que corre a céu aberto, são caracterizados por Cunha *et al.* (2015) como eventos extremos, desastres ambientais integrantes do cotidiano nas favelas. Tendo como consequências diretas: o impedimento da higiene pessoal, o cancelamento de aulas, as poluições visual e olfativa, a degradação do solo, das águas, da atmosfera, a proliferação de doenças, dificuldades de acesso ao trabalho. O que se traduz em prejuízos educacionais, baixa expectativa de vida, baixa esperança de futuro, e a criação de espaços insalubres.

Baseado no estudo de três favelas do RJ realizado por Cunha *et al.* (2015), foi possível definir três características históricas desses territórios socialmente vulneráveis que determinam o estado de desastres no cotidiano para seus moradores, são elas: i) o desenraizamento das populações excluídas causado por remoções baseadas em interesses políticos e econômicos, ii) a provisoriedade

das habitações e infraestruturas oferecidas às pessoas removidas com promessas de melhorias, iii) a invisibilidade das precárias condições de vida e trabalho nos locais onde são alocadas. Favelas são zonas de sacrifício produzidas e necessárias ao modelo socioeconômico capitalista, concentrador de renda, com Estados ineficientes nas políticas distributivas, sociais e de moradia para as classes populares.

Este mesmo modelo replica infraestruturas de saneamento convencionais nas cidades, centralizadas, de larga escala, demandando altos investimentos, com tecnologias eurocêntricas e de conhecimento técnico-especializado. A expansão do neoliberalismo nas últimas décadas, impulsiona a privatização dessas infraestruturas e serviços, que passam, cada vez mais, a atender aos interesses privados das grandes empresas fornecedoras desses serviços em detrimento das necessidades das pessoas. O que deveria garantir direitos à população passa a ser visto como mercadoria geradora de lucro. A dinâmica de discriminação, vinda da cultura individualista da propriedade privada, coloca sobre os ombros das populações de favelas, por abrigarem minorias de classe e étnicas, os impactos negativos do desenvolvimento econômico industrial explorador e poluente (Ornelas; Carvalho, 2023). Nesse cenário, para pensarmos uma sociedade ambientalmente mais justa é preciso construir soluções efetivas de saneamento em favelas.

Cada local possui suas especificidades histórico-culturais, uma solução efetiva é aquela que, além de tecnicamente eficiente, atende às necessidades e aos interesses da população (Machado, 2022). Por isso, processos de tomada de decisão colaborativos importam tanto quanto as tecnologias e a forma de gestão escolhidas. Nesse sentido, as tecnologias sociais buscam colocar tais populações no centro das discussões facilitadas por técnicos (Machado *et al.*, 2018). Elas têm sido estudadas e implementadas na busca pela redução das desigualdades produzidas e reproduzidas pelo modelo socioeconômico em que vivemos. E como criar Tecnologia Social (TS) de saneamento se o saneamento não for uma demanda prioritária das pessoas? Para engajar as pessoas nas discussões sobre meio ambiente e saneamento é necessária a produção de conhecimentos a partir da realidade destas que possibilitem a compreensão da complexidade dos temas, das relações sociais e das disputas de poder envolvidas nos mesmos.

O objetivo deste artigo é descrever a experiência de planejamento de um biodigestor, considerando pressupostos da TS, como parte do processo de Educação Ambiental Crítica (EAC) e analisar a relevância dessa prática para o processo de ensino-aprendizagem em desenvolvimento com os estudantes. A atuação relatada no presente artigo é fruto de parceria do projeto de extensão LUTeS - Lutas Urbanas, Tecnologia e Saneamento do Nú-

cleo Interdisciplinar para o Desenvolvimento Social (NIDES/UFRJ) com o Colégio Estadual Professor João Borges de Moraes, localizado na favela da Nova Holanda, no bairro Maré - RJ.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Dagnino (2014) define a tecnologia social, a partir de uma compreensão de Adequação Socio-técnica (AST), como um conjunto de técnicas e conhecimentos desenvolvidos e aplicados de maneira participativa, visando solucionar problemas sociais específicos e promover o desenvolvimento inclusivo e sustentável. A TS é caracterizada pela valorização do saber local, pela participação ativa das comunidades e pela busca de soluções que sejam adaptadas às realidades específicas das mesmas. Ela se distingue por sua orientação ética e seus objetivos de promover autonomia e transformações sociais significativas.

Já a Fundação Banco do Brasil (2025), no site da Transforma! - Rede de Tecnologias Sociais, define que a TS compreende produtos, técnicas ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social. Há uma discussão neste campo quanto a metodologia ser considerada ou não uma TS. Contudo, para nós, ao compreender a AST apontando a relevância de cuidar dos processos que promovem a replicação das

tecnologias, nos alinhamos com uma perspectiva mais abrangente que compreende a TS como “produtos, técnicas ou metodologias reaplicáveis” proposta pela FBB.

Para contextualizar essa percepção, a importância do caráter social da produção de tecnologia nasce do entendimento de que o saber tecnocientífico não é neutro e, quando se apresenta de tal maneira, serve aos interesses hegemônicos, através do financiamento de pesquisas, da cultura, e das relações de poder (Feenberg, 2017). Logo, a participação ativa da comunidade - usuários, gestores, construtores - para além da solução de problemas, objetiva a escolha e o desenvolvimento de tecnologias coerentes com as necessidades das pessoas, o local e a escala necessária, de amplo conhecimento dos atores envolvidos e que possibilitem a autogestão ou fiscalização das mesmas.

A teoria dessa abordagem social da tecnologia converge com as perspectivas da educação popular, fundada a partir do pensamento de Freire (2019), que propunha um processo de conscientização e diálogo focado na prática educativa que liberta e transforma a realidade dos oprimidos. Freire enfatiza que a educação não deve ser um ato de depositar conhecimento nos educandos - educação bancária -, mas um processo de construção do conhecimento, onde educadores e educandos aprendem juntos. A educação popular busca desenvolver a consciência crítica dos indivíduos,

capacitando-os a entender e questionar as estruturas sociais e econômicas que perpetuam a opressão. É uma prática educativa que valoriza a experiência e o conhecimento dos participantes, promovendo sua autonomia para que possam agir coletivamente na transformação de suas condições de vida.

De forma semelhante, no seu campo, a TS envolve o uso de conhecimentos sociais e técnicos de maneira adaptada ao contexto social, com a participação da comunidade, para resolver problemas específicos de forma colaborativa (Machado, 2022). A intersecção desses conceitos potencializa a ideia de que tanto a educação quanto a tecnologia devem ser práticas inclusivas e emancipadoras, baseadas no diálogo e na cooperação. Quando enfocamos a discussão no saneamento, é impossível estudar o saneamento de forma ampla e não notar as desigualdades relacionadas ao seu acesso e à qualidade dos serviços. As defasagens, seus impactos à saúde e ao meio ambiente, fogem ao campo da técnica (Machado, 2022). Sendo esta uma questão ambiental, logo, uma questão social.

A ecologia estuda a dinâmica dos fluxos de energia e massas na natureza, seus ciclos e as relações entre os seres. Contudo, deixa de lado uma análise mais cuidadosa da complexidade das relações humanas como parte da natureza. Dessa forma, para compreendermos e atuarmos frente aos problemas ambientais contemporâneos se torna

imprescindível uma Ecologia Política (EP) e crítica (Ornelas; Carvalho, 2023).

Segundo Loureiro e Layrargues (2013, p. 61), “a valorização do capital torna indissociável a violência social da violência ambiental [...] uma vez que a disputa por bens naturais e seu controle na apropriação e uso é inerente à propriedade privada capitalista”. A ecologia política, escola de pensamento com origem em 1960, foca sua atenção nos modos como os agentes sociais - nos processos econômicos, socioculturais e político-institucionais - disputam e compartilham recursos ambientais e em qual contexto ecológico tais relações se estabelecem.

A partir disso, é possível caracterizar as diferentes relações humanas e do ser humano com a natureza. De acordo com Foladori (2001) *apud* Loureiro e Layrargues (2013), a natureza não é apenas uma fonte de recursos. Ela é inerente à existência humana, que a transforma de acordo com seus interesses. Contudo, a natureza nos antecede e de nós independe. A dinâmica ecológica deve ser reconhecida e respeitada para que nossos modos de produção e reprodução sejam compatíveis com sua capacidade de suporte e a regeneração da mesma como a conhecemos.

Tal respeito não se verifica na cultura hegemônica da nossa sociedade de consumo, que sustenta um adequado padrão de vida para poucos enquanto empurra tantos outros à pobreza e es-

cashez de recursos materiais, baseado no uso abusivo e intensivo da natureza para a produção de mercadoria. O que é materialmente insuportável e eticamente abominável. Sendo necessária, para a construção de um novo paradigma da relação entre ser humano e natureza, a superação da sociedade de classes, dos costumes e valores nela legitimados. (Goez, 1976 *apud* Loureiro; Layrargues, 2013).

Os argumentos da EP crítica evitam que caiamos na armadilha do discurso abstrato que culpabiliza os comportamentos individuais, como se os indivíduos interagissem com o planeta sem mediações sociais, sem ser parte de uma sociedade, que é também produzida por esses indivíduos (Ornelas; Carvalho, 2023). A partir do que foi apresentado, podemos caracterizar a EAC como um movimento fundamentado na educação popular, que pode dialogar com a TS, voltado para a construção do pensamento baseado na realidade dos agentes sociais, e na EP, que apresenta as determinações materiais e de classe sob as quais se dão os problemas ambientais.

Este tipo de formação em temas relacionados ao saneamento tem potencial para alavancar o caráter social da criação de soluções, suas tecnologias, sua sustentação e continuidade, como já foi estudado por Machado *et al.* (2018) junto a uma comunidade caiçara. Além de criar espaços para discussão dos fundamentos socioculturais, políti-

cos e econômicos que engendram as causas das desigualdades ambientais e dos problemas sanitários, como proposto por este estudo. Esta problematização produz ferramentas para a luta por justiça ambiental como meio e a disputa por um novo modelo de sociedade e desenvolvimento como finalidade.

METODOLOGIA

Neste contexto, como já realizado por Machado *et al.* (2018) na apresentação de formas de educação ambiental vinculadas ao campo da tecnologia social, este artigo apresenta a sistematização de experiência do desenvolvimento de uma TS como o biodigestor, a partir de uma EAC. O relato de experiência é uma pesquisa descritiva. A metodologia escolhida é a sistematização de experiências práticas concretas de Oscar Jara Holliday.

Holliday (2006, p.7) afirma que

Sistematizar experiências é um desafio político pedagógico pautado na relação dialógica e na busca da “interpretação crítica dos processos vividos”. Trata-se de um exercício rigoroso de aprendizagem que contribui para refletir sobre as diferentes experiências, implicando na identificação, classificação e re-ordenamento dos elementos da prática; utiliza a própria experiência como objeto de estudo e interpretação teórica, possibilitando a formulação de lições e a disseminação.

A presente sistematização buscou compreender a relevância do processo pedagógico de planejamento da TS, a partir da abordagem de ensino-aprendizagem realizada com os estudantes, utilizando como métodos a revisão documental das atividades do projeto no período estudado e a observação participante. Os aspectos principais analisados foram o interesse e o protagonismo dos jovens, o formato de oficina das aulas, e a apropriação das atividades por parte dos estudantes.

A observação participante é uma estratégia de pesquisa etnográfica que permite uma abordagem íntima com determinado tema através do envolvimento com as pessoas em seu território natural (Bonatti, 2016). Esta foi uma das técnicas utilizadas, consistindo em: observação direta no campo, participação no convívio escolar e diálogo coletivo em todo o período do projeto (Machado, 2019).

Durante o ano letivo, foram realizadas reuniões semanais de avaliação das etapas realizadas, considerando as percepções dos estudantes, da equipe LUTeS e da professora parceira. A partir disso, foram feitas adaptações nos roteiros das aulas seguintes. Mantendo, assim, um planejamento contínuo do caminho didático para atender às necessidades que se colocaram na prática. A presente análise foi feita através de resgate e revisão documental dos roteiros de aula elaborados, dos registros fotográficos e de reuniões, das avali-

ações da disciplina, além da observação participante da autora que atuou ao longo de todas as etapas do projeto.

RESULTADOS

O curso “Saneando, Semeando e Empreendendo: Cidadania e Educação”

A seguir são apresentados os resultados da etapa de planejamento participativo do biodigestor, realizada no 2º semestre de 2022, como parte integrante de curso ministrado em disciplina eletiva do Colégio João Borges. O biodigestor transforma resíduos orgânicos - restos de comida e excretas - em gás metano e biofertilizante, produtos que podem ser usados, respectivamente, para o cozimento de alimentos e a fertilização de solos e plantas (Tonetti *et al.*, 2018). Esta tecnologia de saneamento foi escolhida após minicurso realizado na escola em 2021, onde as conversas com a direção, os relatos dos estudantes, e a análise da equipe LUTeS, apontaram para problemas de excesso de lixo no entorno da escola, forte cheiro do chiqueiro localizado atrás da escola e interesse em produção de recursos para usos escolares.

Insta citar que o formato do curso, periodicidade, e andamento foram frutos de uma construção coletiva, de diálogo constante com a direção da escola e a professora de biologia, responsá-

vel pela disciplina eletiva à qual nos integramos. Até mesmo o nome abarcou “empreendedorismo” para traçar conexão com o eixo temático designado pela Secretária de Educação (SE) à esta escola após a reforma do Novo Ensino Médio. Ainda que façamos a crítica à cultura do empreendedorismo presente no discurso neoliberal contemporâneo, foi relevante alinhar a proposta à temática da SE, como solicitado. O que demonstra a importância, ao atuar com TS, poder dar lugar às necessidades do grupo.

Como previamente abordado por Lima *et al.* (2022) em “Educação ambiental, saneamento e tecnologia social: os desafios no Complexo da Maré”, as aulas do projeto LUTeS foram lecionadas ao longo da disciplina eletiva de CVC (Compostagem e Vermicompostagem), intercalando aulas sobre o tema da compostagem com aulas de tópicos de saneamento de caráter abrangente e transdisciplinar. As atividades do curso foram desenvolvidas às sextas-feiras, em sala e em áreas externas, com aproximadamente 60 jovens de duas turmas do 1º ano do ensino médio.

O projeto contou com monitores, estudantes que haviam cursado o minicurso no ano anterior e se interessado pela temática do LUTeS. Estes participavam de oficinas de comunicação, formações, e frequentavam as aulas-teste. Estas aulas eram realizadas apenas com os monitores, antes de serem ministradas aos jovens do 1º ano, e fun-

cionavam como instrumento avaliativo prévio do conteúdo e das dinâmicas propostas pela equipe. Sendo esta mais uma etapa de aprimoramento do processo educativo. No primeiro semestre, foram realizadas 6 aulas. Já no segundo semestre foram realizadas 9 aulas. A seguir, apresenta-se o caminho didático realizado no curso.

Figura 1 - Caminho didático da disciplina

CAMINHO DIDÁTICO	
Aula	Tema
1º Semestre	
1	Meio ambiente, racismo ambiental e saneamento.
2	Histórico de saneamento na Maré em um contexto de racismo ambiental.
3	Território, políticas públicas e infraestruturas de saneamento.
4	Organizações comunitárias na Maré.
5	Possíveis soluções tecnológicas de saneamento para a Maré.
6	Visita a uma tecnologia de saneamento: Biodigestor do Vale Encantado.
2º Semestre	
1	Políticas públicas, destinação de resíduos no contexto da Maré e introdução ao biodigestor.
2	Experimento: funcionamento físico do biodigestor.
3	Tecnologias descentralizadas no contexto atual de políticas públicas do RJ.
4	Como tornar o ensino superior público um sonho possível para os alunos e alunas do Colégio João Borges de Moraes.
5.1	Implementação do Biodigestor: Etapa Planejar.
5.2	Implementação do Biodigestor: Etapa Planejar.
6.1	Implementação do Biodigestor: Etapa Instalar.
6.2	Implementação do Biodigestor: Etapa Instalar.
6.3	Implementação do Biodigestor: Etapa Instalar.

Fonte Autores (2024)

A partir da ementa acima, é possível notar que a trajetória do curso foi estruturada para abordar temas como meio ambiente, racismo ambiental, saneamento, políticas públicas e tecnológicas de saneamento ecológico através da perspectiva da história de formação da Maré, da organização comunitária e da luta por saneamento no bairro.

ro. Essa aproximação dos conteúdos da vida dos estudantes almejou trazê-los para o centro da discussão e analisar de forma crítica a realidade do saneamento na Maré.

Buscou-se proporcionar aos jovens, para além da bagagem conteudista, a identificação com os temas, a geração de confiança, e o entendimento dos mesmos enquanto agentes de transformação das suas realidades, seguindo os pressupostos da educação libertadora de Freire (2019). Dessa forma, pavimentou-se o caminho para a etapa prática de implementação de um biodigestor como parte da disciplina e do processo pedagógico.

Etapa de Diagnóstico e Planejamento para Instalação do Biodigestor

Os roteiros foram pensados para aulas dinâmicas e participativas, nas quais os estudantes não fossem interlocutores passivos. Nas aulas teóricas, existiu sempre uma atividade de chegada para preparação dos corpos e mentes, podendo ser uma brincadeira em roda, um alongamento, ou uma dinâmica de Teatro do Oprimido. Nas aulas práticas, optamos pela divisão dos jovens em pequenos grupos de trabalho (GTs) para aumentar a sua participação e potencializar a mediação dos educadores. Com isso, o tempo destinado à chegada foi usado para organização dos grupos. Abaixo, exemplo do quadro resumo apresentado na pri-

meira página do roteiro de cada aula:

Figura 2 - Quadro resumo do roteiro da aula 5.1

Tema	Abordagem	Responsáveis	Tempo da atividade	Tempo total	Horário
Chegança	A) Organização dos grupos	Todos	30'	30'	T1. 9:15-9:45 T2. 10:45-11:15
Trabalho de Planejamento nos GT's	A) Desenvolvimento da etapa planejar nos respectivos GT's	GT Localização (Educadora 1); GT Entrevista (Educador 2); GT Medições (Educadora 3); GT Organização do trabalho (Educadora 4)	45'	1h15'	T1. 9:45-10:30 T2. 10:00-10:15 11:15-12:00
Encerramento	A) Conclusões sobre os GT nos papeis pardos;	GT Localização (Educadora 1); GT Entrevista (Educador 2); GT Medições (Educadora 3); GT Organização do trabalho (Educadora 4)	15'	1h30'	T1. 10:30-10:45 T2. 12:00-12:15

Fonte Autores (2024)

Figura 3 - Quadro resumo do roteiro da aula 5.2

Tema	Abordagem	Responsáveis	Tempo da atividade	Tempo total	Horário
Roda	A) Roda de apresentação das conclusões de cada GT e deliberação coletiva de qual <u>homologação</u> é o mais adequado para a JB.	Todos	45'	45'	T1. 9:15-10:00 T2. 10:45-11:30
Aula Amanda					

Fonte Autores (2024)

O roteiro da aula “5. Implementação do Biodigestor: Etapa Planejar”, a princípio, havia sido pensado para uma aula de 1h30 a ser reproduzida igualmente em ambas as turmas. Ao longo da aula, foram feitas adaptações. O GT localização conseguiu realizar suas atividades nas duas turmas. Devido à falta de um dos membros do projeto no dia da aula, os GTs Entrevista - com os funcionários da

cozinha - e Medições - de resíduos, do uso de gás, da vazão de água disponível - foram alternados. Uma turma realizou as entrevistas e a outra as medições. Já na realização das atividades do GT Organização do Trabalho, uma turma deu continuidade ao trabalho da outra. Os produtos das atividades foram anotados em cartolinas. Mas, não foi possível socializar as produções entre os grupos. Pois, as aulas não foram concluídas no tempo programado de 2 aulas de 45min para cada turma.

Em conversa com a professora parceira, entendemos juntos a importância da etapa de partilha do que cada GT produziu para exercitarmos processos colaborativos de escolha através da decisão pelo modelo de biodigestor mais adequado, baseado nas informações obtidas. Dessa forma, foi acordada a continuidade deste roteiro na semana seguinte, usando um tempo de aula da professora (45min). Assim, o tema foi dividido em duas partes: “Aula 5.1” previamente realizada e “Aula 5.2”. Esse fato demonstra a necessidade de alinhamento e adequação da metodologia de ensino para educação crítica, a cada etapa, para que se possa gerar a participação coletiva e pertencimento ao longo do processo. Ao final das duas aulas, a opção escolhida foi o modelo menor do biodigestor pré-fabricado, devido ao espaço disponível na escola e à quantidade de resíduos descartados diariamente.

Figura 4 - Apresentação produto do GT Organização do Trabalho na aula 5.2



Fonte Autores (2024)

DISCUSSÃO

A partir de observação participante e da análise documental, pôde-se aferir que os estudantes participaram ativamente das atividades da aula 5.1., principalmente as realizadas fora da sala de aula, estavam interessados nos assuntos e nas práticas. Alguns apresentaram os conhecimentos apreendidos em sala de aula e outros conhecimentos de suas vivências individuais como uso de ferramentas, boa comunicação, organização de informações.

A etapa inicial composta de construção dialógica do conhecimento teórico e de problematização da influência das relações sociais, políticas e econômicas na questão ambiental e seus conflitos socioambientais, se mostrou necessária para garantir a participação e a construção coletiva de conhecimentos relacionados à realidade do saneamento na Maré e ao biodigestor como tecnologia de saneamento ecológico. Esse fato afirma a educação popular e a ecologia política como bases estruturantes de uma educação ambiental crítica, inclusive para atuar com o desenvolvimento de tecnologia social.

As apresentações na aula 5.2. do que foi produzido pelos grupos na aula 5.1. tiveram a participação de poucos estudantes. Muitos estudantes faltaram na 2ª aula, outros ficaram tímidos ou não se engajaram nesta etapa. Esse fato reiterou que devemos realizar a partilha do que foi produzido em aula no mesmo dia das atividades para consolidação do aprendizado. Além do aprimoramento contínuo da forma de apresentação das atividades propostas e das práticas dialógicas.

A análise dos registros de experiência mostra que a disposição das disciplinas engessadas em uma grade horária escolar e o tempo de aula máximo de 1h30 são fatores limitantes para a realização de atividades práticas com os estudantes, para além de pequenos protótipos. A aula de planejamento do biodigestor, na prática, foi fracionada

em 2 partes e reduzida ao mínimo viável para abordar os princípios necessários à implementação de uma TS. Conforme o caminho didático, é possível notar que esse fracionamento também ocorreu na aula de instalação. Como desdobramento, optamos pela junção das duas turmas na Aula 6, evitando a descontinuidade da etapa de instalação por conta da troca de turmas.

Outro ponto que colaborou para essa fragmentação ao longo do processo foi a inexperiência da equipe LUTeS com a adaptação de experiências técnicas ao espaço pedagógico, gerando um otimismo ingênuo na previsão dos tempos de execução, como também foi verificado por Machado et al. (2018). Foi possível perceber que se leva muito mais tempo para passar por etapas de diagnóstico e planejamento fazendo disso um processo educativo e participativo, com educandos engajados e ativos. As atividades deixam de ter o tempo da simples execução, pois passam a ter momentos de troca e aprendizagem.

Observou-se que a participação efetiva na produção de um plano de trabalho necessitava de conhecimento prévio consolidado sobre as atividades necessárias ao funcionamento do biodigestor e teve como desdobramento a criação da disciplina de aprofundamento e gestão coletiva da tecnologia em 2023. A criação da disciplina nos mostra que a escola tem aprofundado seu interesse, tanto quanto o projeto LuTES tem se engajado de novas

formas, agregando novos extensionistas e práticas.

Cabe ressaltar que as atividades do projeto LUTeS em parceria com a escola seguem acontecendo. O processo de instalação e operação do biodigestor trouxeram desafios e aprendizados que estão sendo sistematizados e se desdobram no planejamento e na continuidade das ações.

CONCLUSÃO

A partir do presente trabalho e do acúmulo de vivência no processo educativo do projeto LUTeS, deduzimos que existe um processo dialético entre EAC e TS de saneamento, para garantir pertencimento, participação social e engajamento no processo coletivo, vide que esse é o maior gargalo da efetividade das duas abordagens.

Uma vez que a EAC fundamenta processos participativos, o pensamento crítico, a luta por direitos e justiça ambiental, e desenvolve o âmbito político da questão ambiental e dos problemas de saneamento, aspectos necessários ao desenvolvimento de TS. Por outro lado, exercitar a prática usando os princípios da TS materializa as discussões e os aprendizados construídos em sala de aula, preparando os participantes para novas possibilidades de trabalho, organização, disputa política, e novos modelos de sociedade.

Esse relato apresenta uma parte da experiência adquirida pelo projeto LUTeS, que busca

contribuir para a emancipação de populações marginalizadas, a superação das desigualdades sociais através da educação e do trabalho, e a luta por um novo paradigma ambiental, logo socioeconômico. Espera-se, com a sistematização desta experiência, estimular o estudo de melhorias nas práticas de educação ambiental crítica e tecnologia social no campo do saneamento.

Cabe ressaltar que durante todo o processo pedagógico o biodigestor foi implementado com participação das crianças condutoras e participantes do processo e que o mesmo vem sendo tanto acompanhado, quanto alimentado, pelos alunos com assessoria da professora de biologia e dos integrantes do LUTES. Ainda, poder ver um projeto se materializando na prática fomentou sonhos de implementar outras tecnologias na escola e novos biodigestores em outros aparelhos públicos próximos, que é uma nova fase do projeto.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico [...]. Brasília, DF: Presidência da República, 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445.htm. Acesso em: 10 maio 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB**. Brasília, DF: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2014. 220 p. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab/arquivos/plansab_texto_editado_para_download.pdf. Acesso em: 10 maio 2025.

BONATTI, M. *et al.* Climate vulnerability and contrasting climate perceptions as an element for the development of community adaptation strategies: Case studies in Southern Brazil. **Land Use Policy**, [s. l.], v. 58, p. 114-122, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.06.033>. Acesso em: 10 maio 2025.

CUNHA, M. B. *et al.* O desastre no cotidiano da favela: reflexões a partir de três casos no Rio de Janeiro. **O Social em Questão**, [Rio de Janeiro], v. 18, n. 33, p. 95-122, jan./jun. 2015.

DAGNINO, R. **Tecnologia social**: contribuições conceituais e metodológicas. 21. ed. Campina Grande: EDUEPB, 2014. 319 p.

FEENBERG, Andrew. Critical theory of technology and STS. **Thesis Eleven**, [s. l.], v. 138, n. 1, p. 3-12, 2017.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 69. ed. Rio de Janeiro / São Paulo: Paz e Terra, 2019. 256 p.

FBB - Fundação Banco do Brasil. **Transforma! Rede de tecnologias sociais**. Brasília, DF: FBB, 2025. Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/sobre-nos>. Acesso em: 10 maio 2025.

HOLLIDAY, O. J. **Para sistematizar experiências**. Tradução: Maria Viviana V. Resende. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 128 p.

LIMA, M. C. M. *et al.* Educação ambiental, saneamento e tecnologia social: os desafios no Complexo da Maré. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL, 17., 2022, Rio de Janeiro. **Anais de XVII Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2022. Disponível em: <https://anais.eneds.org.br/index.php/eneds/article/view/690/583>. Acesso em: 10 maio 2025.

LOUREIRO, C. F.; LAYRARGUES, P. P. Ecologia política, justiça e educação ambiental crítica: perspectivas de aliança contra-hegemônica. **Trabalho, Educação e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 53-71, jan./abr. 2013.

MACHADO, G. C. X. M. P. *et al.* Environmental Education and Ecology of Knowledge in the Caiçara Community of Praia do Sono, Paraty, RJ, Brazil. **The International Journal of Sustainability Policy and Practice**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 15-31, mar. 2018.

MACHADO, G. C. X. M. P. **Saneamento ecológico**: uma abordagem integral de pesquisa-ação aplicada na comunidade Caiçara da Praia do Sono em Paraty. 2019. 422 p. Tese (Doutorado em Psicossociologia de Comunidade e Ecologia Social) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

MACHADO, G. C. X. M. P. **Somos Natureza**: soluções baseadas na natureza para o desenvolvimento local. Rio de Janeiro: Bambual Editora, 2022. 253 p.

ORNELAS, G. M.; CARVALHO, I. C. M. Educação, Território e Sustentabilidade: uma crítica ao desenvolvimento a partir do pensamento decolonial. **Revista Gesto-Debate**, Campo Grande, v. 23, n. 01-30, nov. 2023.

TONETTI, A. L. *et al.* **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas**: referencial para a escolha de soluções. 1. ed. Campinas: Biblioteca Unicamp, 2018. 153 p.

ZANCUL, J. S. *et al.* **Saneamento e saúde no Programa Saneamento Brasil Rural**: desafios e possibilidades de uma atuação territorializada. In: MACHADO, G. C. X. M. P. *et al.* Territórios Sustentáveis e Saudáveis: experiências de saúde ambiental territorializadas. 1. ed. v. 1, p. 59-79. Brasília: Fundação Nacional da Saúde, 2021.