

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

FLÁVIA RENATA LEMES DE BODAS

AS CONCEPÇÕES SOBRE INTERDISCIPLINARIDADE E PRÁTICAS
INTEGRADORAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS

CAMPO GRANDE

2024

FLÁVIA RENATA LEMES DE BODAS

AS CONCEPÇÕES SOBRE INTERDISCIPLINARIDADE E PRÁTICAS
INTEGRADORAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, na linha de pesquisa a Construção de Conhecimentos em Ciências, do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, sob a orientação da Prof.^a Dra. Nádía Cristina Guimarães Errobidart.

CAMPO GRANDE

2024



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO

Aos vinte dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e quatro, às treze horas, na Videoconferência, da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, reuniu-se a Banca Examinadora composta pelos membros: Nádia Cristina Guimarães Errobidart (UFMS), Jaqueline Santos Vargas Plaça (UFAL), Nelson Dias (UFMS), Amanda de Mattos Pereira Mano (UFMS) e Bruno dos Santos Simões (UFGD), sob a presidência do primeiro, para julgar o trabalho da aluna: FLÁVIA RENATA LEMES DE BODAS, CPF 052.499.601-62, apresentado sob o título "AS CONCEPÇÕES SOBRE INTERDISCIPLINARIDADE E PRÁTICAS INTEGRADORAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS" e orientação de Nádia Cristina Guimarães Errobidart. A presidente da Banca Examinadora declarou abertos os trabalhos e agradeceu a presença de todos os Membros. A seguir, concedeu a palavra à aluna que expôs sua Dissertação. Terminada a exposição, os senhores membros da Banca Examinadora iniciaram as arguições. Terminadas as arguições, a presidente da Banca Examinadora fez suas considerações. A seguir, a Banca Examinadora reuniu-se para avaliação, e após, emitiu parecer expresso conforme segue:

EXAMINADOR:

Dra. Nádia Cristina Guimarães Errobidart (Orientadora / Membro Interno)
Dr. Nelson Dias (Membro Interno)
Dra. Jaqueline Santos Vargas Plaça (Membro Externo)
Dra. Amanda de Mattos Pereira Mano (Suplente / Membro Interno)
Dr. Bruno dos Santos Simões (Suplente / Membro Externo)

RESULTADO FINAL:

<input checked="" type="checkbox"/> Aprovação	<input type="checkbox"/> Aprovação com revisão	<input type="checkbox"/> Reprovação
---	--	-------------------------------------

OBSERVAÇÕES:

Efetuar correções de formatação.

Nada mais havendo a ser tratado, a Presidente declarou a sessão encerrada e agradeceu a todos pela presença

NOTA MÁXIMA NO MEC **UFMS É 10!!!**  Documento assinado eletronicamente por **Nádia Cristina Guimaraes Errobidart, Professora do Magistério Superior**, em 20/12/2024, às 14:53, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA MÁXIMA NO MEC **UFMS É 10!!!**  Documento assinado eletronicamente por **Jaqueline Santos Vargas Plaça, Usuário Externo**, em 21/12/2024, às 13:17, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA MÁXIMA NO MEC **UFMS É 10!!!**  Documento assinado eletronicamente por **Flávia Renata Lemes de Bodas, Usuário Externo**, em 27/12/2024, às 21:51, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA MÁXIMA NO MEC **UFMS É 10!!!**  Documento assinado eletronicamente por **Nelson Dias, Professor do Magisterio Superior**, em 08/01/2025, às 15:19, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5262132** e o código CRC **68464913**.

Processo:

Documento:

23104.033060/2024-21

5262132

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

Referência: Processo nº 23104.033060/2024-21

SEI nº 5262132

RESUMO

A falta de uma definição sobre a interdisciplinaridade e esclarecimentos sobre como promover a integração de conhecimentos disciplinares, motivou a realização desta pesquisa. Nela investigamos os 13 livros didáticos de Projetos Integradores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Mapeamos as definições apresentadas nos livros para interdisciplinaridade e como os autores sugerem a integração de conhecimentos disciplinares, na execução das propostas em projetos de STEAM. Para analisar os dados coletados, partimos do resultado de uma pesquisa bibliográfica, a partir do qual caracterizamos as formas de integração de conhecimentos e os referenciais usados nos últimos dez anos, pelos pesquisadores da área de ensino. Como referencial teórico, sistematizamos as ideias sobre disciplina e as formas de integração de conhecimentos definidas pelos autores indicados na literatura analisada, construindo um quadro teórico, empregado para analisar os 13 livros didáticos e os respectivos manuais do professor. Como resultados destacamos que a definição de interdisciplinaridade, a partir de autores mencionados na literatura, identificada explicitamente em apenas dois exemplares: Ivani Fazenda e Hilton Japiassú. De forma implícita, considerando as palavras-chaves que associamos as definições destes referenciais, inferimos que em um livro a concepção de interdisciplinaridade aproxima-se à de Jurjo Santomé, pois a compreende como a interação entre diferentes disciplinas. Três livros indicam Fernando Hernández-Hernández, Edgar Morin, Regina Bochniak e William Bender, respectivamente, como aporte e dois outros discutem integração de conhecimentos, sem definir a interdisciplinaridade. Quanto aos projetos consideramos que os objetivos propostos estão claramente redigidos, mas alguns parecem utópicos, pois sugerem alcançar a alfabetização científica da comunidade a partir de atividades complexas, que não são contempladas nos objetivos. Em relação as etapas propostas para organização da prática integradora, temos projeto que possui sete e outro com 12 e nos dois casos consideramos necessário inserir sub etapas para melhorar a execução das ações e atingir os objetivos propostos. Todas as propostas analisadas consideram que os estudantes possuem conhecimentos prévios para execução de ações como a coleta de dados por meio de entrevistas. Faltam orientações sobre: como levantar os temas de interesse da comunidade; como coletar amostras e analisá-las; como elaborar os pôsteres e infográficos. Quanto a integração de conhecimentos consideramos que nenhum dos projetos tem potencial para atingir a finalidade sugerida pelos autores.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Ciências; Representações Interdisciplinares; Projetos Integradores; STEAM; Análise Documental.

ABSTRACT

The lack of a definition of interdisciplinarity and clarifications on how to promote the integration of disciplinary knowledge motivated this research. In it, we investigated the 13 textbooks of Integrative Projects in the area of Natural Sciences and their Technologies. We mapped the definitions presented in the books for interdisciplinarity and how the authors suggest the integration of disciplinary knowledge in the execution of

proposals in STEAM projects. To analyze the collected data, we started from the result of a bibliographic research, from which we characterized the forms of knowledge integration and the references used in the last ten years by researchers in the area of education. As a theoretical reference, we systematized the ideas about discipline and the forms of knowledge integration defined by the authors indicated in the analyzed literature, constructing a theoretical framework, used to analyze the 13 textbooks and the respective teacher's manuals. As results, we highlight that the definition of interdisciplinarity, based on authors mentioned in the literature, was explicitly identified in only two examples: Ivani Fazenda and Hilton Japiassú. Implicitly, considering the keywords that we associate with the definitions of these references, we infer that in one book the concept of interdisciplinarity is close to that of Jurjo Santomé, since it understands it as the interaction between different disciplines. Three books indicate Fernando Hernández-Hernández, Edgar Morin, Regina Bochniak and William Bender, respectively, as contributions, and two others discuss the integration of knowledge, without defining interdisciplinarity. Regarding the projects, we consider that the proposed objectives are clearly written, but some seem utopian, since they suggest achieving scientific literacy in the community through complex activities, which are not contemplated in the objectives. Regarding the proposed steps for organizing the integrative practice, one project has seven and another has 12, and in both cases we consider it necessary to include sub-steps to improve the execution of the actions and achieve the proposed objectives. All the proposals analyzed assume that the students have prior knowledge to execute actions such as data collection through interviews. There is a lack of guidance on: how to identify topics of interest to the community; how to collect samples and analyze them; how to prepare posters and infographics. Regarding the integration of knowledge, we consider that none of the projects has the potential to achieve the purpose suggested by the authors.

KEY WORDS: Science teaching; Interdisciplinary Representations; Integrative Projects; STEAM; Document Analysis.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diferenciação entre interação e integração	18
Figura 2: Mapa de ideias sobre disciplina	22
Figura 3: Relações entre conhecimentos disciplinares científicos e escolares e fontes de influências.	24
Figura 4: Esquema ilustrativo das ações e resultados de projetos com diferentes formas de integração de conhecimentos disciplinares escolares.	28
Figura 5: Aspectos que ajudam a definir o motivo, o como e com o que explorar uma situação-problema.	34
Figura 6: Esquema categorização dos trabalhos identificados na etapa de coleta de informações nos periódicos	41
Figura 7: A síntese construída com base na pesquisa bibliográfica	43
Figura 8: Etapas desenvolvidas na pesquisa	44
Figura 9: Apresentação da situação-problema do projeto As fotos que você nunca tirou com um smartphone	61
Figura 10: Representações indicadas na etapa 01 do Projeto 1 do LD01	66
Figura 11: Opção 1 de Smart-microscópio indicada na Etapa 03 do Projeto 1 do LD01	67
Figura 12: Opção 1 de Smart-microscópio indicada na Etapa 03 do Projeto 1 do LD01	68
Figura 13: Exemplo de pôster apresentado na Etapa 03 do Projeto 1 do LD01 .	70
Figura 14: Exemplo de fotografia artística apresentada na Etapa 03 do Projeto 1 do LD01	71
Figura 15: Capa do Projeto 2 do LD01	75
Figura 16: Atividade proposta na Etapa 01 do Projeto 02 do LD01	79
Figura 17: Esquema apresentado na Etapa 02 do Projeto 02 do LD01	83
Figura 18: Orientações para montagem da balança indicadas na Etapa 03 do Projeto 02 do LD01	84
Figura 19: Exemplos de pôsteres apresentados na Etapa 04 do Projeto 02 do LD01	86
Figura 20: Capa do Projeto 01 do LD05	91
Figura 21: Justificativa apresentada no Projeto 01 do LD05	93
Figura 22: Modelo de Negócios disponibilizados no Projeto 01 do LD05	94

Figura 23: Modelo Canvas elaborado para o Projeto 01 do LD05	95
Figura 24: Atividade proposta na etapa 3 do Projeto 01 do LD05	97
Figura 25: Lâmpada de Moser apresentada na etapa 4 do Projeto 01 do LD05 .	97
Figura 26: Projeto Ribeirinhas apresentado na etapa 4 do Projeto 01 do LD05.	98
Figura 27: Modelo de design disponibilizado na Etapa 5 do Projeto 01 do LD05	99
Figura 28: Modelo de planilha de gastos indicado na Etapa 5 do Projeto 01 do LD05.....	99
Figura 29: Esquema da trajetória da luz em uma Lâmpada de Moser apresentado na Etapa 5 do Projeto 01 do LD05	100
Figura 30: Esquema de montagem da maquete apresentado na Etapa 5 do Projeto 01 do LD05.....	102
Figura 31: Explicação sobre Efeito fotovoltaico apresentado na Etapa 5 do Projeto 01 do LD05.....	103
Figura 32: Passo a passo para a elaboração do Produto 2 da Etapa 5 do Projeto 01 do LD05.....	104
Figura 33: Sugestão de circuito elétrico apresentada na Etapa 5 do Projeto 01 do LD05.....	105
Figura 34: Quadro de autoavaliação do Projeto 01 do LD05	106
Figura 35: Capa do Projeto 02 do LD05.....	110
Figura 36: Tipos de solo apresentados na Etapa 02 do Projeto 02 do LD05....	112
Figura 37: Lista de materiais indicados no Projeto 02 do LD05	113
Figura 38: Continuação da Lista de materiais indicados no Projeto 02 do LD05	114
Figura 39: Exemplos de perfil de vegetação apresentados na Etapa 03 do Projeto 02 do LD05.....	116
Figura 40: Orientações para coleta apresentados na Etapa 03 do Projeto 02 do LD05.....	117
Figura 41: Funil de Berlese-Tüllgren sem escala apresentado na Etapa 03 do Projeto 02 do LD05	118
Figura 42: Montagem do funil de Berlese-Tüllgren indicado na Etapa 03 do Projeto 02 do LD05	118
Figura 43: Passo a passo para a montagem do suporte e funil de Berlese-Tüllgren apresentado no Projeto 02 do LD05	119

Figura 44: Continuação do passo a passo para a montagem do suporte e funil de Berlese-Tüllgren apresentado no Projeto 02 do LD05	120
Figura 45: Informações para análise da porosidade indicadas na Etapa 05 do Projeto 02 do LD05	121
Figura 46: Frações granulométricas apresentadas na Etapa 05 do Projeto 02 do LD05	122
Figura 47: Frações granulométricas apresentadas na Etapa 05 do Projeto 02 do LD05	122
Figura 48: Modelo apresentado na Etapa 07 do Projeto 02 do LD05	124
Figura 49: Quadro de autoavaliação apresentado pelo Projeto 02 do LD05	126
Figura 50 - Integração de conhecimentos (a) multidisciplinar (b) interdisciplinar	136

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Quantitativo de citações dos especialistas sobre disciplinaridade usados em artigos publicados	17
Quadro 2 – Síntese das concepções de disciplina, dos especialistas em interdisciplinaridade.	23
Quadro 3 - Sistematização das concepções sobre interdisciplinaridade.....	32
Quadro 4 - Modelização de um processo interdisciplinar.	35
Quadro 5 - Corpus da investigação.....	40
Quadro 6 - Trabalhos classificados na categoria Referencial Gerard Fourez.....	42
Quadro 7- Categorias de análise sobre prática interdisciplinar	45
Quadro 8 - Indicadores para avaliação das competências interdisciplinares.....	46
Quadro 9 - Livros de Projetos integradores área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.....	50
Quadro 10: Discussão sobre Interdisciplinaridade ou Integração de Conhecimentos nas obras analisadas	58
Quadro 11 – sistematização do projeto As fotos que você nunca tirou com um smartphone.	60
Quadro 12 – Competências e critérios relacionados a flexibilidade e resolução de problemas/ construção do microscópio	63
Quadro 13 – Competências e critérios relacionados a aprendizagem e conhecimento/ conceitos e suas inter-relações	64
Quadro 14 – Competências e critérios relacionados a Pensamento crítico e científico/ desdobramento da problematização	64
Quadro 15 – Competências e critérios relacionados a Colaboração e proatividade/ engajamento da equipe	65
Quadro 16 – Competências e critérios relacionados a Comunicação e argumentação/ produto – pôsteres e mostra de arte.....	65
Quadro 17 – Competências e critérios relacionados a aprendizagem e conhecimento/Conceitos e suas inter-relações	77
Quadro 18 – Competências e critérios relacionados ao pensamento crítico e científico/desdobramento da problematização	77
Quadro 19 – Competências e critérios relacionados a Colaboração e diálogo/ Engajamento da equipe.....	78

Quadro 20 – Competências e critérios relacionados a Comunicação e apresentação/Produto final – plano de gestão do lixo	78
Quadro 21: Projeto Iluminação econômica e ecológica para famílias sem acesso a eletricidade.....	91
Quadro 22: Projeto Solos: conhecer e entender para conservar e restaurar.....	109
Quadro 23: Objetivos Propostos pelos Projetos Analisados.....	134
Quadro 24: Etapas Propostas pelos Projetos Analisados.....	135
Quadro 25: Integração das Disciplinas nos Projetos Analisados.....	138

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APC – Atividades Pedagógicas Complementares

ABP – Aprendizagem Baseada em Projetos

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CI – Comunicação Interna

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente

FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

IRI – Ilha de Racionalidade Interdisciplinar

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LD – Livro Didático

PNLD – Programa Nacional do Livro e do Material Didático

SED – Secretaria de Estado de Educação

STEAM – Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática

SUMÁRIO

Sumário

RESUMO	3
INTRODUÇÃO.....	13
CAPÍTULO 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
1.1 Conhecimento disciplinar	19
1.2 Formas de integração de conhecimentos disciplinares	24
1.2.1 Sintetizando os conhecimentos adquiridos	32
1.3 A prática da interdisciplinaridade	33
1.3.1 Metodologia para construção de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar	33
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA.....	38
2.1 Procedimentos da investigação	38
2.2 Resultados da pesquisa bibliográfica	39
2.3 A síntese construída a partir desta investigação	43
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA.....	44
CAPÍTULO 4 – OS PROJETOS INTEGRADORES	48
4.1 Os livros de projetos integradores	49
CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E ANÁLISE	53
5.1 A interdisciplinaridade presente nos livros de projetos integradores	53
5.2 A interdisciplinaridade nos projetos integradores STEAM.....	59
5.3 Projetos STEAM do Livro LD01.....	60
5.3.1 Projeto 01: As fotos que você nunca tirou com um <i>smartphone</i>	60
5.3.2 Análise do Projeto 01 do LD01	72
5.3.3 Projeto 02: Sustentabilidade e meio ambiente	74
5.3.4 Análise do Projeto 02 do LD01	86
5.3.5 Análise Geral do LD01	89
5.4 Projetos STEAM do Livro LD05.....	90
5.4.1 Projeto 01: Iluminação econômica e ecológica para famílias sem acesso a eletricidade	90
5.4.2 Análise do Projeto 01 do LD05.....	106
5.4.3 Projeto 02: Solos: conhecer e entender para conservar e restaurar.	109
5.4.4 Análise do Projeto 02 do LD05.....	126
5.4.5 Análise Geral do LD05	128
CONSIDERAÇÕES CONSTRUÍDAS	131

REFERÊNCIAS	141
-------------------	-----

INTRODUÇÃO

A proposição desse trabalho teve como motivação inicial uma problemática da minha vivência profissional: a falta de entendimento sobre interdisciplinaridade e de como realizar uma abordagem interdisciplinar ou uma ação interdisciplinar no contexto de sala de aula.

Essa falta de entendimento é compartilhada por outros professores que trabalhavam na mesma escola em que atuei como professora de física e ficou ainda mais evidente após a leitura e discussão dos documentos recebidos da Secretaria de Estado de Educação de MS (SED/MS) e dos livros didáticos disponibilizados aos professores.

Um destes documentos é o Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul elaborado a partir das orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), publicada em 2018. Nela verificamos que cabe às suas secretarias de educação estaduais “[...] adequar as proposições da BNCC à realidade local, considerando a autonomia dos sistemas ou das redes de ensino e das instituições escolares, como também o contexto e as características dos estudantes” (Brasil, 2018, p. 16). Essas instituições é que deverão “[...] decidir sobre formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares” (Brasil, 2018, p.16).

Na parte destinada ao Ensino Médio discorrem que, considerando:

[...] a inter-relação dos componentes curriculares da área de [Ciências da Natureza e suas Tecnologia] CNT, é importante destacarmos a integração entre a maneira de explicar a vida não só nos seus aspectos físicos, químicos e biológicos, mas articular com outras áreas do conhecimento de forma a explorar a interdisciplinaridade/transdisciplinaridade, de modo que as relações políticas, sociais, econômicas e ambientais existentes, possam fundamentar as aprendizagens e a aplicação dos conhecimentos desenvolvidos. (Mato Grosso do Sul, 2022, p. 96, grifo nosso)

Mencionam a inter-relação de componentes disciplinares como forma de explorar duas modalidades distintas de integração de conhecimentos, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade, não definindo nenhum dos conceitos e nem o entendimento de integração. Essa ausência de uma definição é defendida neste projeto como um problema que pode dificultar a implementação de uma abordagem interdisciplinar e uma real integração¹ entre disciplinas e as áreas de conhecimento.

¹ Considerando a discussão no capítulo de referencial teórico, assumimos integração como uma ação mais ampla que a aproximação de professores que promovem a justaposição dos seus conhecimentos disciplinares, em um projeto ou ação didática.

Essa mesma integração entre as áreas de conhecimento é utilizada como aspecto norteador das propostas apresentadas nos livros didáticos de Projetos Integradores, indicados no catálogo do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD). Esse material foi entregue aos professores da SED/MS no início do ano 2021, para avaliação e seleção dos exemplares que seriam utilizados no ano de 2022.

O outro documento, recebido da SED/MS, foi a Comunicação Interna (CI-525 de 31/03/2021) enviada pela Superintendência de Políticas Educacionais às escolas da rede. Ela solicitava que os professores utilizassem uma abordagem interdisciplinar e transversal de conhecimentos, por área do conhecimento, para construção das Atividades Pedagógicas Complementares (APC). Indicava que para isto, a escola deveria promover

[...] momentos de planejamentos coletivos por área de conhecimento e que sejam mediados pelos coordenadores pedagógicos e/ou coordenadores de área, para que os professores envolvidos possam realizar o planejamento das APCs de modo interdisciplinar e/ou transversal, organizando estratégias e ações em conjunto, para a construção do conhecimento a partir da integração dos objetos de estudo. (Mato Grosso do Sul, 2021, pg. 1)

Essa CI menciona a abordagem interdisciplinar para construção do conhecimento, a partir da integração dos objetos de estudo, mas não indicava um documento de referência para construção das referidas ações.

Na época, a coordenação pedagógica da escola requereu que as APCs solicitadas pela CI fossem elaboradas com base no livro didático selecionado e no Referencial Curricular da Rede Estadual de Ensino de Mato Grosso do Sul.

Diante das dificuldades apontadas, vivenciadas no contexto escolar, é que surgiu a pesquisa desenvolvida no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, no curso de mestrado. Nela, buscamos respostas para os seguintes problemas de pesquisa, identificados no contexto escolar: como as obras aprovadas pelo PNLD definem a interdisciplinaridade nos projetos integradores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias? Como as obras que indicam um referencial específico de interdisciplinaridade, sugerem a integração de conhecimentos disciplinares, na execução das propostas em projetos de STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática)?

Para realizarmos a pesquisa, traçamos como objetivo geral: investigar as obras aprovadas pelo PNLD/2021 para identificar a definição apresentada para interdisciplinaridade, nos projetos integradores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e como aquelas que indicam um referencial específico de

interdisciplinaridade, sugerem a integração de conhecimentos disciplinares na execução das propostas em projetos de STEAM.

Objetivos específicos:

Sistematizar as concepções de disciplina para os principais autores especialistas de interdisciplinaridade: Hilton Japiassú, Jurjo Santomé, Yves Lenoir, Olga Pombo, Ivani Fazenda, Gérard Fourez, Alain Maingain, Barbara Dufour, Julie Klein e Allen Repko.

Sistematizar as diferentes formas de integração dos conhecimentos concebidas pelos principais autores especialistas de interdisciplinaridade: Hilton Japiassú, Jurjo Santomé, Yves Lenoir, Olga Pombo, Ivani Fazenda, Gérard Fourez, Alain Maingain, Barbara Dufour, Julie Klein e Allen Repko.

Discutir a prática da interdisciplinaridade apresentada por estes autores.

Identificar se os livros apresentam uma definição para o conceito de interdisciplinaridade e se indicam algum referencial teórico-metodológico específico de interdisciplinaridade para a discussão.

Identificar como os livros didáticos que utilizam um referencial específico de interdisciplinaridade sugerem a interação e integração de conhecimentos disciplinares de biologia, física e química.

Analisar se, nos projetos integradores investigados, as disciplinas são apenas mencionadas, se são justapostas ou realmente integradas.

Avaliar se os projetos integradores analisados orientam a consulta à outras fontes ou especialistas, se há confronto de concepções opostas, se a construção de argumentos é incentivada e se há proposição de síntese ou representação final do problema.

Para atingir estes objetivos estabelecemos algumas metas e as ações desenvolvidas são descritas nos capítulos seguintes. O capítulo 1 consiste na fundamentação teórica da pesquisa, abordando conceitos como disciplina, integração dos conhecimentos disciplinares e suas diferentes denominações (multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade) a partir de especialistas como Hilton Japiassú, Jurjo Santomé, Yves Lenoir, Olga Pombo, Ivani Fazenda, Gérard Fourez, Alain Maingain, Barbara Dufour, Julie Klein e Allen Repko. Fechamos o capítulo apresentando uma discussão sobre a proposição da metodologia de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar (IRI).

O Capítulo 2 apresenta a revisão da literatura realizada para justificar a relevância do trabalho de mestrado e o resultado de uma pesquisa bibliográfica realizada em

periódicos nacionais, classificados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES como Qualis A1 e A2, para a Área de Ensino.

O Capítulo 3 caracteriza a metodologia da pesquisa, o Capítulo 4 discute o PNLD e os quatro tipos de Projetos Integradores: Mediação de Conflitos, Mídiaeducação, Protagonismo Juvenil e STEAM. O capítulo 5 apresenta os resultados e discussões dos treze livros analisados quanto ao conceito de interdisciplinaridade e a análise dos Projetos Integradores de STEAM dos 2 livros que utilizam um referencial específico de interdisciplinaridade para discussão do tema. Fechamos as conclusões com algumas considerações sobre interdisciplinaridade identificada nos livros didáticos analisados.

CAPÍTULO 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A discussão apresentada neste capítulo foi elaborada após estudarmos alguns dos trabalhos de especialistas sobre a interdisciplinaridade. Usufruímos das discussões de Hilton Japiassú, Jurjo Santomé, Yves Lenoir, Olga Pombo, Ivani Fazenda, Gérard Fourez, Alain Maingain, Barbara Dufour, Julie Klein e Allen Repko, para construir uma representação conceitual sobre disciplina, integração de conhecimentos disciplinares e desenvolvimento de práticas interdisciplinares. Enfatizamos a discussão sobre interdisciplinaridade no decorrer do tempo e em diferentes contextos históricos e sua contribuição para a prática educativa.

A escolha destes especialistas pautou-se no resultado da revisão de literatura realizada em periódicos classificados com Qualis A1 e A2, na Área de Ensino, no quadriênio de 2013-2016, apresentados no Quadro 1. Esse estudo possibilitou o mapeamento de tendências teóricas e metodológica sobre a interdisciplinaridade.

Quadro 1 - Quantitativo de citações dos especialistas sobre disciplinaridade usados em artigos publicados

Autores	Menções
Hilton Japiassú	37
Jurjo Santomé	19
Ivani Fazenda	101
Yves Lenoir	28
Gérard Fourez e colaboradores	13
Olga Pombo	18
Julie Klein	10
Allen Repko	01

Fonte 1: Bodas e Errobidart (2024, p.16)

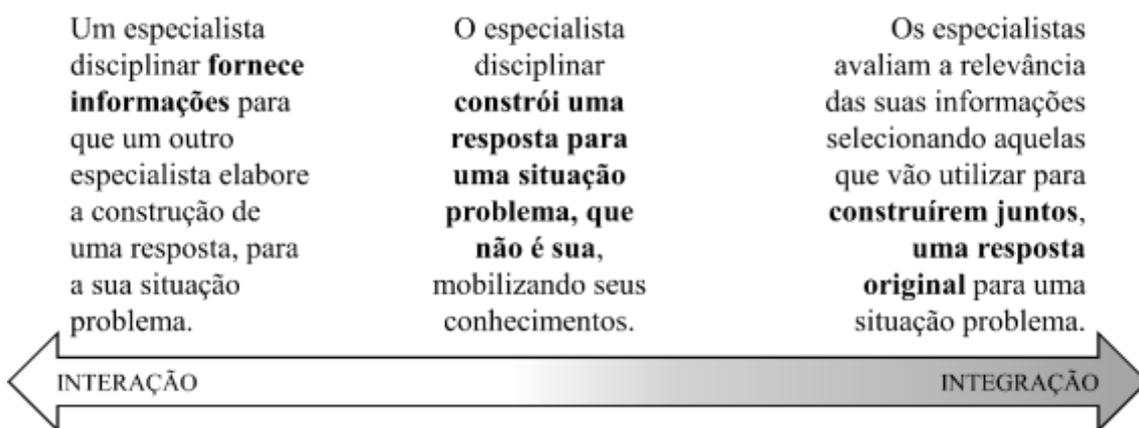
Com base no estudo de Bodas e Errobidart (2024), inferimos que as discussões sobre a interdisciplinaridade acontecem há menos de 100 anos, no campo científico. No educacional, ela é mais recente, pois surgiu na Europa, em meados da década de 1960, no contexto de pós-guerra mundial objetivando diferenciar as propostas que almejavam romper a educação fragmentada vigente (Fazenda, 2005). A interdisciplinaridade escolar era assumida a partir de visões particulares daqueles professores que praticavam atividades de ensino pautadas no trabalho coletivo ou colaborativo com outros docentes ou apenas com seus estudantes.

Essas diferentes visões, assumidas por aqueles que realizavam a prática interdisciplinar escolar, tornaram seu conceito polissêmico ao ponto de ser comparado por Lenoir (2005) a uma esponja. O autor pontua que ela absorve gradualmente aquilo

que encontra, se enriquecendo com todos os sentidos a ela atribuídos por aqueles que a usam na prática escolar, mas se esvaziando metodologicamente, assim como uma esponja quando ela é espremida. Teoricamente, ao espremer o conceito de interdisciplinaridade, é possível identificar o surgimento de diferentes formas de integração e interação de conhecimentos, pela interação daqueles que desenvolvem juntos um trabalho.

Para definir nosso ponto de vista sobre a diferenciação entre interação e integração, elaborado após o estudo dos especialistas listados no Quadro 1, esquematizamos a Figura 1.

Figura 1: Diferenciação entre interação e integração



Fonte: elaborada pelas autoras

As práticas de integração disciplinar apresentam formas similares aos modos de pensar e fazer da ciência convencional, que possibilitam a compreensão de fenômenos e situações-problemas, em toda a sua complexidade. Representam movimentos que surgiram como resposta à fragmentação do conhecimento disciplinar, discriminados conforme os níveis de integração das disciplinas e a interação dos seus especialistas. Práticas que se diferenciam pelo simples empréstimo de teorias e metodologias até deslocamentos ou diluição dos conhecimentos partilhados.

Considerando a necessidade de estabelecermos o ponto de vista que assumimos nesta pesquisa, pois entendemos que a polissemia conceitual da interdisciplinaridade é um problema que dificulta a prática de abordagens integrativas em sala de aula, definimos a sequência discursiva dos tópicos que vamos apresentar. Iniciamos com a conceitualização do que concebemos como conhecimento disciplinar e, posteriormente, apresentamos uma síntese das diferentes denominações das formas de integração, elencadas pelos autores estudados.

1.1 Conhecimento disciplinar

Uma disciplina escolar está diretamente relacionada a disciplina científica, mas não tem como objetivo o estudo dos mesmos fenômenos ou objetos que são definidos como importantes, para a sociedade e as relações humanas, em determinado período e contexto. Os conhecimentos disciplinares escolares são estruturados para apresentar aos estudantes uma visão ideológica de sociedade e dos valores dominantes de determinadas classes sociais. Neste cenário, a escola seria a instituição responsável pela preparação dos jovens para a vida em sociedade, sendo inicialmente um privilégio para os filhos dos indivíduos mais abastados e para atender as necessidades sociais, sendo depois ampliada para acolher classes sociais pouco privilegiadas (Fourez, 2008).

A instituição escolar não pode ser considerada como neutra, pois a transmissão de conhecimentos, assumida pelos professores de diferentes disciplinas, é “[...]também uma transmissão dos poderes ligados aos conhecimentos [...] o sistema educativo é o lugar de estratégias individuais e coletivas em relação a poderes econômicos e sociais” (Fourez, 2008, p. 75). Esses conhecimentos disciplinares escolares são então resultados da escolha de uma organização de sociedade que se espera manter e eles são selecionados para conservar os mecanismos de estratificação social, os quais selecionam os estudantes privilegiados que podem seguir em direção a universidade e assumir posições na pirâmide social.

Considerando a escola como este tipo de filtro de reprodução social, que com o decorrer dos tempos passou a atender não apenas os filhos das classes abastadas, mas acolher estudantes de grupos socioeconômicos com menos, dinheiro, poder e cultura podemos inferir que os conhecimentos disciplinares também sofrem uma filtragem.

Por estes motivos e pelo grau de peculiaridade da especialidade, nem todos os conhecimentos disciplinares de áreas ou domínios de estudos da Física e da Biologia, por exemplo, são selecionados para compor os objetos de ensino no contexto escolar, mas guardam resquícios delas.

Japiassú (1976) entende disciplina como uma exploração científica especializada em determinada área ou domínio de estudo. Destaca a importância de delimitar as fronteiras de uma disciplina, que irão determinar seus conceitos e teorias, objetos materiais e formas e seus métodos e sistemas. Defende ainda que, apesar da disciplina ser abordada como sinônimo de ciências, ela trata-se do ensino da ciência.

Santomé (1998, p. 55) compreende disciplina como uma “[...] maneira de organizar e delimitar um território de trabalho, de concentrar a pesquisa e as experiências

dentro de um determinado ângulo de visão”. Ele salienta que cada disciplina oferece um recorte particular da realidade, de acordo com o seu objetivo, destacando que elas, apesar de apresentarem certa constância, estão em constante transformação, de acordo com os ideais daqueles que constroem e reconstróem os conhecimentos.

Nos trabalhos de Ivani Fazenda, não identificamos uma definição de disciplina científica ou escolar, que esteja separada da conceituação de interdisciplinaridade. Segundo ela,

[...] cada disciplina precisa ser analisada não apenas no lugar que ocupa ou ocuparia na grade, mas, nos saberes que contemplam, nos conceitos enunciados e no movimento que esses saberes engendram, próprios de seu lócus de cientificidade. Essa cientificidade, então originada das disciplinas ganha status de interdisciplina no momento em que obriga o professor a rever suas práticas e a redescobrir seus talentos, no momento em que ao movimento da disciplina seu próprio movimento for incorporado (Fazenda, 2008, p. 95).

Em uma entrevista Ivani Fazenda pontua que “[...] não existe interdisciplina sem disciplina” e que como ela possui regras geralmente rígidas acaba impedindo os professores de dialogarem com os estudantes, pois “[...] o professor vem com um quadro rigoroso de tarefas, tarefas a serem cumpridas e nem sempre convenientemente explicadas, os estudantes ficam extremamente perdidos e essa questão impede que o diálogo ocorra” (Fazenda 2017, p.34).

Lenoir (2008) defende a diferenciação de disciplina científica e da disciplina escolar. A primeira tendo um caráter epistemológico, enquanto a segunda refere-se ao campo pedagógico. Salienta que seus elementos de conteúdo são diferentes, tendo lógica de estruturação e finalidades distintas.

De acordo com Maingain, Dufour e Fourez (2008), a disciplina apresenta um conjunto de conhecimentos e competências construídos em função de um determinado paradigma, para responder a uma determinada questão. Têm a finalidade de “[...] construir, a partir de um paradigma próprio, saberes, modelos, métodos standardizados, que se revelam relativamente eficazes para a apresentação de fragmentos do real e para a comunicação sobre uma determinada questão” (Maingain, Dufour e Fourez, 2008, p. 40).

Pombo (2008), defende que o termo disciplina pode ter três significados distintos: disciplina como ramo do saber, como componente curricular e como conjunto de normas ou leis que regulamentam alguma atividade ou comportamento. Destaca também que, apesar de, geralmente, as disciplinas curriculares acompanharem as disciplinas científicas, o seu desenvolvimento é sempre defasado temporalmente, sofrendo implacáveis efeitos de desvio.

Klein (2009) pontua que a disciplina representa a fragmentação do conhecimento acadêmico e é resultado de um processo histórico que pode ser descrito com base na diferenciação funcional e no sistema de poder, que controla a natureza do trabalho, em um contexto disciplinar. Segundo a autora, uma disciplina se difere da outra, por aspectos ontológicos e epistemológicos que direcionam a visão de mundo dos seus especialistas e os procedimentos que eles realizam para isolar um objeto de estudo. Ela possui paradigmas, teorias, leis e formalismos que orientam a coleta de evidências e a construção de uma explicação para uma problemática com os resultados do estudo. Essas explicações são marcadas por uma linguagem da área de conhecimento e por um estilo de argumentos que é compartilhado pelos especialistas disciplinares.

Esse grupo de especialistas reforçam as fronteiras disciplinares ao se agruparem em instituições de pesquisa e ensino, que atendem aos critérios de validade e de legitimação de: práticas investigativas, do mercado de trabalho, do financiamento de pesquisas, das formas de publicações de resultados de estudos etc. Essas características moldam as identidades dos especialistas, sejam eles pesquisadores ou professores do conhecimento disciplinar escolar relacionado com a disciplina acadêmica (Klein, 2009).

Em outro trabalho Klein (2005) menciona que a disciplinaridade que pode ser compreendida como profundidade, situada ao longo de um eixo vertical do conhecimento, enquanto a interdisciplinaridade seria contemplada em um eixo horizontal, compreendida como amplitude do conhecimento.

Nas discussões que consultamos de Repko, Szostak e Buchberger (2017) verificamos que eles apresentam o conceito que eles assumiram para disciplina, com base nos estudos de especialistas como Julie Thompson Klein.

O termo disciplina significa as ferramentas, métodos, procedimentos, [fenômenos], conceitos e teorias que explicam coerentemente um conjunto de objetos ou assuntos. Com o tempo, eles são moldados e remodelados por contingências externas e internas, tais como demandas intelectuais. Dessa forma, uma disciplina passa a organizar e concentrar suas experiências construindo assim uma visão de mundo particular (Klein, 1990, p. 104 apud Repko, Szostak e Buchberger, 2017, p. 150 tradução nossa).

Além de Julie Thompson Klein eles consideraram a definição de disciplina apresentada nos trabalhos de Janet Gail Donald, Veronica Boix Mansilla e Anthony Jackson, Lisa Lattuca, Karri A. Holley, para construírem aquela que seria empregada na discussão que estavam realizando.

Os autores listaram o que conceberam como conceitos associados a definição de cada trabalho e construíram o ponto de vista assumindo que “[...] uma disciplina é um

Maingain, Dufour e Fourez (2008) salientam que todo conceito é construído e moldado em função das necessidades dos indivíduos que o utilizam e em função do contexto em que é inserido. Assim, defendem que a justaposição das disciplinas escolares pode se apresentar de maneiras diferentes, em função da presença ou não de um projeto explícito. Sintetizamos no *Quadro 2* as diferentes concepções de disciplina identificada nos trabalhos dos autores por nós analisados para a construção do ponto de vista que estamos assumindo na construção do nosso texto.

Quadro 2 – Síntese das concepções de disciplina, dos especialistas em interdisciplinaridade.

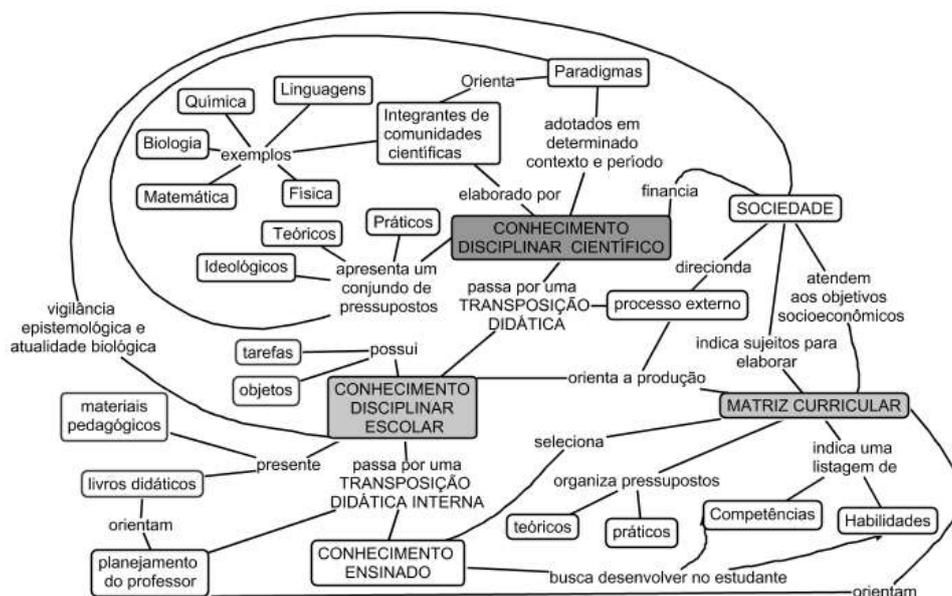
Autores	Definições
Japiassú (1976)	Exploração científica especializada em determinada área ou domínio de estudo. Suas fronteiras devem ser delimitadas.
Santomé (1998)	Como organizar e delinear um território de trabalho e concentrar a pesquisa e as experiências dentro de um ângulo de visão específico. Oferece um recorte particular da realidade, de acordo com o seu objetivo.
Fazenda (2005)	Disciplina é o fundamento principal da interdisciplinaridade
Lenoir (2008)	Disciplina científica (de caráter epistemológico) e disciplina escolar (refere-se ao campo pedagógico).
Maingain, Dufour e Fourez (2008)	Conjunto de conhecimentos e competências construídos em função de um determinado paradigma, para responder a uma questão
Pombo (2008)	Três vertentes: disciplina como ramo do saber, como componente curricular e como conjunto de normas ou leis que regulamentam alguma atividade ou comportamento.
Klein (2010)	Compreendida como profundidade, situada ao longo de um eixo vertical do conhecimento
Repko, Szostak e Buchberger (2017)	Área de conhecimento específica, mas em desenvolvimento, que seus membros estudam com o uso de certas ferramentas. Essa forma de conhecimento é poderosa, mas restritiva.

FONTE: dados da pesquisa

Considerando esta síntese sobre as especificidades das definições de disciplina científica construída segundo determinado paradigma e consideramos que existe uma seleção dos conhecimentos produzidos pela comunidade científica, publicados em artigos de periódicos, livros especializados e relatórios de projetos científicos, por exemplo. Elaboramos um mapa mental para facilitar a visualização das relações.

Aqueles conhecimentos considerados importantes para atender as finalidades sociais da escola, em determinado período e contexto, são listados em uma matriz curricular, vinculados a um conjunto de competências e habilidade que podem contribuir, passando por um processo de transposição didática externo e outro interno, para assim se tornar objeto de ensino e conhecimento ensinado aos estudantes, conforme indicamos na Figura 3.

Figura 3: Relações entre conhecimentos disciplinares científicos e escolares e fontes de influências.



Fonte: elaborado pelas autoras

Vinculada a definição conceitual de disciplina escolar, a leitura destes autores possibilitou identificar as diferentes formas de como tratam a integração dos seus conhecimentos, tarefas e objetos no contexto de execução de um projeto escolar.

1.2 Formas de integração de conhecimentos disciplinares

A leitura do trabalho de Japiassú (1976) possibilita identificarmos quatro formas de justaposição de conhecimentos disciplinares escolares na execução de um projeto de ensino na escola. Ele denomina como multidisciplinaridade a justaposição, de recursos de várias disciplinas, sem implicar necessariamente um trabalho de equipe e coordenado. Cada professor, ou especialista do conhecimento disciplinar escolar, que leciona, apresenta o resultado do seu trabalho didático, sem estabelecer relação com o que foi desenvolvido por outro professor, no mesmo projeto. Essa justaposição sem uma integração é o elemento diferenciador de um projeto pautado na pluridisciplinaridade, pois nele o agrupamento das disciplinas, envolvidas na execução do projeto, ocorre em um mesmo nível hierárquico. Não existe um especialista coordenando as ações previstas na execução do projeto, e no resultado final é possível visualizar como foram agrupadas as disciplinas que dele participaram e as relações existentes entre elas.

Seguindo esta linha de entendimento, o autor caracteriza a interdisciplinaridade pela colaboração dos especialistas disciplinares, coordenados por um deles: professor

com maior experiência no gerenciamento de projetos. Assim, no final do processo interativo, mediante negociação das partes ocorrerá a integração dos conhecimentos de forma que cada disciplina seja enriquecida com o desenvolvimento do projeto. Esse processo culmina em um novo conhecimento, que transcende a simples adição de informações e saberes. Para o autor, ela é entendida como um grupo de disciplinas conexas e definida em um nível hierárquico imediatamente superior, o que introduz a noção de finalidade. Por fim, destaca a transdisciplinaridade como a ultrapassagem do estado interdisciplinar, com disciplinas e interdisciplinas coordenadas em um ensino inovador (Japiassu, 1976).

Santomé (1998) caracteriza a interdisciplinaridade como a interação entre duas ou mais disciplinas, de forma a resultar em intercomunicação e enriquecimento, modificando conceitos e metodologias. Assim, a interdisciplinaridade, para o autor, se trata de um processo e de uma filosofia de trabalho, que não possui um processo rígido de ações a serem seguidas.

Destacamos nas reflexões do autor as diferentes denominações conferidas aos projetos realizados por dois ou mais especialistas disciplinares, dependendo do grau de intercomunicação e enriquecimento disciplinar obtido. Ele faz esta distinção a partir de outros autores, mas não assume um posicionamento sobre qual ponto de vista considera como possível para o contexto real de sala de aula.

Além de diferentes denominações de integração interdisciplinar (heterogênea, pseudo, auxiliar, composta, complementar, unificadora, linear, estrutural e restritiva) o referido autor menciona a possibilidade de trabalho de codisciplinariedade e interdisciplinaridade vazia e crítica.

Entende a codisciplinariedade a partir de Guy Palmade, como um conjunto de ideias que permitem unificar o conhecimento de diversas disciplinas, mantendo o específico e o mais idiossincrático de cada uma, não atingindo o nível de integração necessário para a criação de uma nova disciplina. A interdisciplinaridade "vazia", assumida a partir de Arthur Kroker, é aquela que aplica mecanicamente uma integração amena de informações de vários campos disciplinares sem tocar ou obrigar a repensar questões sociais controversas. Já a interdisciplinaridade "crítica" exigiria uma discussão grupal de problemas públicos e a inclusão de memórias caladas e reprimidas na análise das experiências sócio-históricas.

A dimensão crítica da interdisciplinaridade também pressupõe o questionamento das razões dos marcos teóricos e conceituais, das metodologias, etc., reconstruídos e assumidos pelos participantes do projeto.

Nos trabalhos de Ivani Fazenda, identificamos apenas a indicação do conceito de interdisciplinaridade como “[...] diretamente ligado ao conceito de disciplina, onde a interpenetração ocorre sem a destruição básica às ciências conferidos” (Fazenda, 2008, p. 97).

A autora pontua que a interdisciplinaridade se torna possível com a reunião entre várias disciplinas, mobilizadas a partir de um mesmo objeto, ou situação-problema. Ela diferencia, ainda, os conceitos de integração e interdisciplinaridade, que, apesar de indissociáveis, são distintos, na medida em que a integração mobiliza atributos externos, enquanto a interdisciplinaridade mobiliza interações entre pessoas (Fazenda, 2008).

Lenoir (2008) considera a interdisciplinaridade a partir de duas vertentes: a escolar e a científica. A primeira tem por finalidade a difusão de conhecimentos ou conteúdos escolares e a formação de atores sociais e apresenta como consequência uma relação complementar entre matérias escolares (conhecimentos disciplinares escolares), sendo subdividida em curricular, didática ou pedagógica.

A interdisciplinaridade é considerada como curricular quando solicita a incorporação de conhecimentos em um todo indistinto, respeitando o cuidado interdisciplinar, que visa preservar as especificidades dos componentes curriculares. É do tipo didática quando considera a estruturação curricular para indicar seu caráter interdisciplinar, objetivando a articulação dos conhecimentos que serão ensinados e sua implementação em situações de aprendizagem. Já a interdisciplinaridade escolar pedagógica pode ser qualificada como transdisciplinar, pois assegura na prática a inserção de modelos didáticos interdisciplinares, em situações didáticas concretas.

Lenoir (2008) defende ainda, que a interdisciplinaridade científica, tem por finalidade a produção de novos conhecimentos e respostas às necessidades sociais, ligando as ramificações da ciência, hierarquizando as disciplinas científicas, se estruturando epistemologicamente e abrangendo diferentes perspectivas disciplinares. Tem por objeto as disciplinas científicas e como consequência a produção de novas disciplinas. Por fim, o autor salienta a diferenciação de integração e interdisciplinaridade, na medida em que compreende a integração como um processo interno, de construção de produtos cognitivos e a interdisciplinaridade como a abordagem de saberes escolares.

Maingain, Dufour e Fourez (2008) destacam como formas de integração de conhecimentos disciplinares a multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade.

A multidisciplinaridade “[...] trata de uma questão de justaposição de contribuições disciplinares, sem que os parceiros no processo tenham previamente fixado objetivos comuns” (Maingain, Dufour e Fourez, 2008, p.63). Ou seja, cada especialista disciplinar auxilia os estudantes na construção de um trabalho que não explicita claramente a relação que possui com as demais disciplinas, que também contribuem na execução do projeto. Os conhecimentos de diferentes disciplinas escolares são empregados pelos estudantes na realização do trabalho, mas eles não são articulados com uma finalidade integradora.

A Pluridisciplinaridade “[...] consiste em tratar uma questão justapondo as contribuições de diversas disciplinas, em função de uma finalidade convencionada entre os parceiros do processo” (Maingain, Dufour e Fourez, 2008, p. 63). Ou seja, todos os especialistas disciplinares envolvidos no projeto vão promover uma justaposição com uma finalidade específica, como, por exemplo, tratar a partir do seu ponto de vista a questão do uso de agrotóxicos na sociedade moderna. Assim, eles justapõem diferentes representações disciplinares sobre uma problemática, ou situação-problema, sem buscar elaborar uma representação sistêmica e inovadora dele.

De acordo com Maingain, Dufour e Fourez (2008), a interdisciplinaridade pode ser definida como uma prática integradora que visa abordar certos problemas em suas particularidades, verdadeiramente integrando duas ou mais disciplinas para elaborar uma representação original. Os especialistas disciplinares envolvidos no projeto possuem uma finalidade específica e devem juntos construir um trabalho final, articulando suas contribuições.

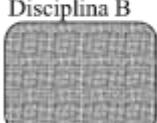
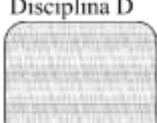
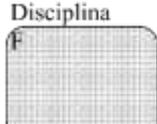
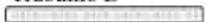
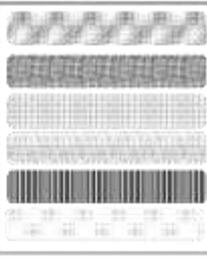
Na Figura 4 apresentamos uma representação da concepção dos trabalhos desenvolvidos pelos especialistas disciplinares de cinco conhecimentos escolares, que participam de um projeto e realizam a justaposição de conhecimentos de forma multi, pluri e interdisciplinar.

Na terceira coluna da Figura 4 esquematizamos o resultado do projeto desenvolvido por especialistas disciplinares e seus estudantes. Verificamos que em um projeto multidisciplinar será apresentado como resultado cinco trabalhos distintos sem uma finalidade em comum, acordada pelos participantes da ação, antes do desenvolvimento da proposta. Os trabalhos são distintos.

A definição de um objetivo comum é o aspecto que diferencia o trabalho multidisciplinar do pluridisciplinar, resultando em uma única produção final, apresentando ponto de vista dos envolvidos no projeto, a partir de cada conhecimento disciplinar escolar. Ao produzir uma resposta para uma situação-problema, por exemplo, cada especialista disciplinar possibilita que seus estudantes produzam uma resposta a partir do ponto de vista da sua caixinha disciplinar, buscando a interrelação com os demais professores para ajustar a sequência discursiva com que os estudantes vão apresentar o trabalho final. A interação dos especialistas possibilita que todos analisem uma situação-problema a partir do seu ponto de vista, mas não avaliam se o do outro possui mais ou menos pertinência que o seu na construção do trabalho final.

A diferença no resultado do projeto, é exemplificada no esquema da *Figura 4*.

Figura 4: Esquema ilustrativo das ações e resultados de projetos com diferentes formas de integração de conhecimentos disciplinares escolares.

ESPECIALISTA DO CONHECIMENTO	PRÁTICA DESENVOLVIDA POR ESPECIALISTAS E ESTUDANTES	RESULTADO DO PROJETO
Disciplina A  Disciplina B  Disciplina C  Disciplina D  Disciplina E  Disciplina F 	<p>A ação MULTIDISCIPLINAR promove a interação dos professores, dos estudantes e de conhecimentos disciplinares diferentes. Entretanto, como não ocorre uma definição prévia de objetivos comuns não identificamos uma finalidade integradora e os trabalhos produzidos não se articulam.</p>	Trabalho A  Trabalho B  Trabalho C  Trabalho D  Trabalho E  Trabalho F 
	<p>No projeto PLURIDISCIPLINAR existe uma objetivo comum, convencionado pelos professores e estudantes, antes de iniciar a interação dos diferentes conhecimentos disciplinares. A contribuição de cada disciplina busca resulta na construção de um trabalho com uma finalidade integradora.</p>	Trabalho interrelacionado 
	<p>Em uma ação INTERDISCIPLINAR a negociação é uma ação fundamental, iniciando na definição de um objetivo comum. São ajustados os momentos de interação, de ação coletiva e individual para desenvolvimento do projeto e definição de como serão integrados os diferentes conhecimentos disciplinares, utilizados no trabalho.</p>	Trabalho integrado 

FONTE: Elaborado pelas autoras

Visualizamos na descrição da prática que resulta em um trabalho integrado, em um projeto com abordagem interdisciplinar, assumindo a perspectiva de Maingain, Dufour e Fourez (2008) e Fourez (1997; 2008), os especialistas dos conhecimentos disciplinares escolares realizam uma negociação prévia para definirem a modelização do processo. Juntos eles selecionam a situação-problema que será tratada no projeto, os objetivos pedagógicos que vão orientar os procedimentos e as condições institucionais que podem impor condicionantes, na construção de uma resposta original para a situação-problema.

Verificamos no esquema da Figura 4, que o resultado de uma prática interdisciplinar sinaliza a contribuição de cada especialista de forma diferenciada, pois é mediante a negociação realizada no decorrer da análise da situação-problema, que os participantes avaliam quais conhecimentos disciplinares escolares e como podem contribuir para a construção de uma resposta original, para a situação-problema.

Importante salientar que cada especialista disciplinar reconhece sua contribuição no trabalho final, não sendo descaracterizado o conhecimento de nenhuma das disciplinas escolares. Entretanto, o quanto cada uma contribui depende da negociação realizada no processo de construção da resposta original e isso solicita competências específicas. Essa negociação que os autores pontuam como diferencial da interdisciplinaridade é o que torna original “a interconexão das disciplinas em função de um contexto particular e de um projecto determinado [...]” (Maingain, Dufour e Fourez, 2008, p. 70).

A transdisciplinaridade é caracterizada como a transferência de conceitos, modelos ou ferramentas de uma disciplina emissora para uma disciplina receptora com uma finalidade específica (Maingain, Dufour e Fourez, 2008).

Pombo (2008) destaca o termo disciplina como a raiz por trás dos conceitos de multidisciplinar, pluridisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinaridade. Defende que a multidisciplinaridade e a pluridisciplinaridade visam juntar, lado a lado, diferentes disciplinas. Entende que a interdisciplinaridade busca articular e inter-relacionar diferentes disciplinas. Enquanto a transdisciplinaridade supõe ir além, ultrapassar as próprias disciplinas.

Pombo (2008) caracteriza diferentes graus para a tentativa de se romper o caráter isolado das disciplinas: no primeiro nível, o da justaposição ou paralelismo, os conhecimentos disciplinares e seus especialistas não interagem uns com os outros, estando apenas lado a lado; no segundo nível, as diferentes disciplinas e professores interagem entre si, confrontando-se e discutindo suas perspectivas; no terceiro nível, as

disciplinas ultrapassam suas barreiras dos seus conhecimentos, fundindo-se em algo novo que transcende seus limites anteriores. Assim, a interdisciplinaridade se encontra em uma posição intermediária, não somente uma justaposição de disciplinas, mas também não alcança uma fusão entre elas.

Klein (2005; 2008; 2010) caracteriza a multidisciplinaridade como uma abordagem que justapõe disciplinas, mantendo-as separadas, de forma que seus elementos constituintes e assuntos explorados mantêm sua identidade original. Os conhecimentos relacionados com a situação-problema são abordados pelos especialistas disciplinares, o professor, no seu horário de aula de forma que não é questionada sua estrutura de conhecimento. Os estudantes, ao participarem de uma abordagem assim, amplia o conhecimento disciplinar a partir de cada ponto de vista, mas eles não vivenciam momentos de análise das perspectivas apresentada por cada uma das disciplinas e não são solicitados a construir uma sistematização do que aprenderam.

O conhecimento disciplinar mante-se fragmentado e preso aos procedimentos que lhe são próprios, sendo apresentado aos estudantes em momentos específicos, definidos pelos programas curriculares. Não existe um momento de aprendizagem colaborativa e coletiva, no qual os estudantes participam do planejamento e apresentação de seminários disciplinares, que possibilite a construção de sínteses ou portfólios de aprendizagem integrativa.

Os papéis de professores e estudantes é muito diferente do formato tradicional, no qual o primeiro apresenta ao segundo as informações mediante uma estratégia que o principal protagonista. A abordagem interdisciplinar solicita que o professor se assuma como mediador e facilitador do processo de construção do conhecimento do estudante, possibilitando a formulação de questões sobre situações-problemas, a avaliação de possibilidade de resoluções, a tomada de decisão.

Para a construção de um ponto de vista crítico e reflexivo o estudante precisa desenvolver em momento anterior capacidade de elaborar questões relevantes sobre a situação-problema em estudo, “[...] localizar múltiplas fontes de conhecimento, informação e perspectivas” para analisá-las e identificar aspectos contraditórios, “[...] revelar padrões e conexões [e] construir uma integração estruturada e uma visão mais holística entendimento” (Klein, 2005, p. 10).

Klein (2005, 2008; 2010) considera que a interdisciplinaridade é constituída de quatro aspectos fundamentais: a) pedagogia apropriada; b) processo integrador; c) mudança institucional e d) relação entre disciplinaridade e interdisciplinaridade. Indica,

ainda, que a interdisciplinaridade pressupõe que materiais e abordagens sejam examinados e comparados de modo a se construir uma síntese integrada das partes, proporcionando, assim, um entendimento mais amplo.

A autora diferencia a interdisciplinaridade em instrumental (foca principalmente em interações externas, com abordagem instrumental) e crítica (foca no ponto de vista epistemológico, interroga os pressupostos disciplinares e ideológicos com o objetivo de transformá-los). Ela compreende a transdisciplinaridade como um sistema de axiomas que transcende as visões disciplinares por meio de uma síntese abrangente.

Repko, Szostak e Buchberger (2017) definem a multidisciplinaridade como a colocação lado a lado de duas ou mais disciplinas, ação que promove a interação, mas não resulta na integração dos seus conhecimentos. Defendem que ela pouco se diferencia dos métodos tradicionais de ensino. Os autores entendem que a interdisciplinaridade transcende a multidisciplinaridade por meio da integração e a definem como

[...] um processo cognitivo pelo qual indivíduos ou grupos recorrem a perspectivas disciplinares e integram os seus *insights* e modos de pensar para avançar sua compreensão de um problema complexo com o objetivo de aplicar a compreensão a um problema do mundo real (Repko, Szostak e Buchberger, 2017, p. 107)

Repko, Szostak e Buchberger (2017) destacam a transdisciplinaridade como a cooperação de especialistas disciplinares escolares, estudantes, profissionais e partes interessadas em analisar uma situação-problema e propor uma solução incorporando seus aspectos sociais e ambientais. A inclusão destes aspectos seria algo mais complexo e de interesse comum, possibilitando uma concepção que orienta a proposição e implantação de políticas públicas.

A interdisciplinaridade escolar faz uso dos conhecimentos disciplinares escolares para construção de uma representação original para uma situação-problema complexa, ou seja, que necessita de pelo menos duas disciplinas para construção de uma resposta satisfatória. Essa construção é negociada e partilhada por todos os construtores e, desta forma, possibilita o enriquecimento de todos os especialistas disciplinares e dos estudantes. Discutiremos a seguir as concepções dos autores que indicam um método para o desenvolvimento de uma prática interdisciplinar.

1.2.1 Sintetizando os conhecimentos adquiridos

Após realizarmos a abertura de oito caixas pretas², selecionadas para escrevermos uma síntese sobre as concepções sobre interdisciplinaridade, inventariamos as informações apresentadas por Japiassú (1976), Santomé (1998), Fazenda (2005), Lenoir (2008), Maingain, Dufour e Fourez (2008), Pombo (2008), Klein (2010) e Repko, Szostak e Buchberger (2017). Com elas construímos o Quadro 3 sistematiza as concepções de interdisciplinaridade por nós identificada ao realizar a leitura de trabalhos dos principais especialistas no assunto. Quadro 3 - Sistematização das concepções sobre interdisciplinaridade

Autor	Concepção	Termos-chave
Japiassú (1976)	Colaboração entre disciplinas, que interagem de forma recíproca. No final do processo interativo, cada disciplina deve ser enriquecida. Esse processo culmina em um novo conhecimento, que transcende a simples adição de informações e saberes.	Colaboração; Processo interativo.
Santomé (1998)	Interação entre duas ou mais disciplinas, de forma a resultar em intercomunicação e enriquecimento, modificando conceitos e metodologias.	Interação; Intercomunicação
Fazenda (2005)	Interpenetração, sem destruição básica às ciências; Reunião entre várias disciplinas, mobilizadas a partir de um mesmo objeto, ou situação-problema.	Reunião; Mobilização.
Lenoir (2008)	Interdisciplinaridade escolar aborda matérias escolares e não disciplinas científicas, tem por finalidade a difusão do conhecimento e a formação de atores sociais, tem por objeto as disciplinas escolares e como consequência estimula o relacionamento complementar entre matérias escolares. Interdisciplinaridade científica , tem por finalidade a produção de novos conhecimentos e respostas às necessidades sociais, ligando as ramificações da ciência, hierarquizando as disciplinas científicas, se estruturando epistemologicamente e abrangendo diferentes perspectivas disciplinares.	Disciplinas escolares; Disciplinas científicas;
Maingain, Dufour e Fourez (2008)	Prática integradora que visa abordar certos problemas em suas particularidades, verdadeiramente integrando duas ou mais disciplinas para elaborar uma representação original. Interconexão das disciplinas em função de um contexto particular e de um projeto específico.	Integração; Interconexão; Representação original;
Pombo (2008)	Busca articular e inter-relacionar diferentes disciplinas. Posição intermediária, não somente uma justaposição de disciplinas, mas também não alcança uma fusão entre elas.	Inter-relação.
Klein (2010)	Aspectos fundamentais: pedagogia apropriada, processo integrador, mudança institucional e relação entre disciplinaridade e interdisciplinaridade. Pressupõe que materiais e abordagens sejam examinados e comparados de modo a se construir uma síntese integrada das partes, proporcionando, assim, um entendimento mais amplo.	Integração; Síntese integrada.
Repko, Szostak e Buchberger (2017)	Processo cognitivo pelo qual indivíduos ou grupos recorrem a perspectivas disciplinares e integram os seus <i>insights</i> e modos de pensar para avançar sua compreensão de um problema complexo com o objetivo de aplicar a compreensão a um problema do mundo real	Integração; <i>Insights</i> ;

Fonte: Elaborado pelas autoras.

² Termo definido de acordo com Maingain, Dufour e Fourez (2008) na página 35.

Na coluna identificada como termos-chave listamos os conceitos que utilizamos no capítulo de análise dos resultados para avaliar as proximidades e distanciamentos do emprego de interdisciplinaridade na proposição dos projetos integradores analisados.

1.3 A prática da interdisciplinaridade

Apresentamos neste tópico a proposta para execução de práticas integradoras de conhecimento disciplinar alicerçada no quadro teórico metodológico discutido por Gerard Fourez e colaboradores.

1.3.1 Metodologia para construção de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar

Maingain, Dufour e Fourez (2008) e Fourez (1997; 2008) assumem a interdisciplinaridade como um processo político que solicita dos participantes, da prática integradora, a negociação de pontos de vistas para a construção do que denominam como representação interdisciplinar. Essa representação seria o resultado de uma discussão pautada na racionalidade sobre determinado assunto que, assim como uma Ilha, emerge em um mar de ignorância. A representação interdisciplinar seria o resultado uma discussão racional sobre uma determinada situação-problema, identificada no contexto dos estudantes, uma Ilha de Racionalidade Interdisciplinar – IRI.

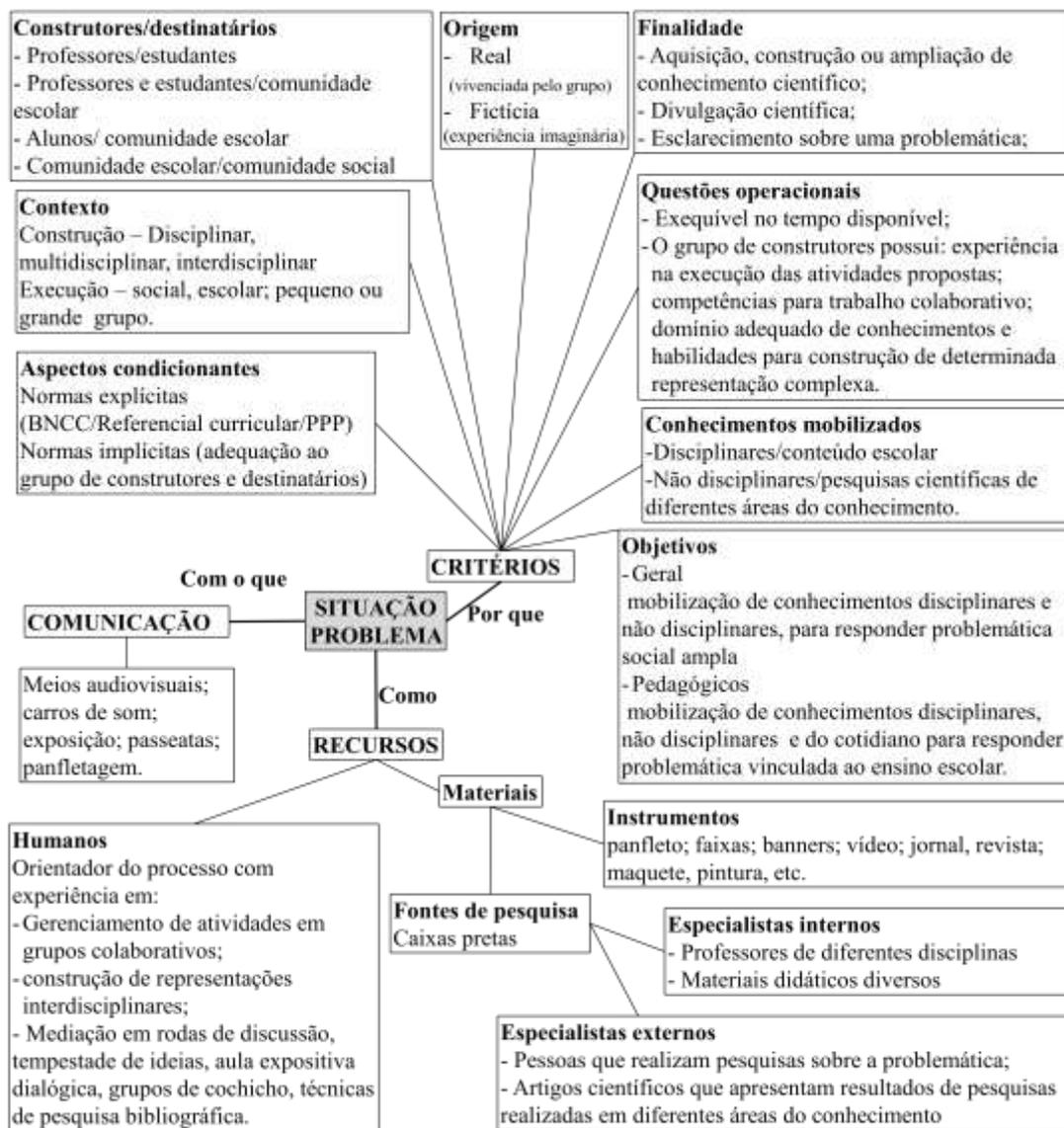
A definição da situação-problema é ponto de partida da metodologia proposta por Gerard Fourez e colaboradores para construção de uma IRI, com potencial para promover a aprendizagem de conhecimentos disciplinares escolares e desenvolvimento de competências. A situação-problema pode ter “[...] uma significação escolar e/ou social capaz de desencadear todo um processo no qual o sujeito deverá recorrer às suas representações e verificar, graças as solicitações do professor, a pertinência das mesmas” (Meirieu, 1998, p. 62).

Apesar da sua importância no processo de construção da IRI, é válido destacar que ela não é toda a aprendizagem e que, mesmo sendo formulada adequadamente, para promover a mobilização de conhecimentos, continua sendo fundamental a mediação do professor no desenvolvimento das ações metodológicas (Meirieu, 1998). Sua importância está no fato de que ela

[...] simplesmente põe o sujeito em ação, coloca-o em uma interação ativa entre a realidade e seus projetos, interação que estabiliza e reestabiliza, graças às variações introduzidas pelo educador, suas representações sucessivas; e é nessa interação que constrói, muitas vezes irracionalmente, a racionalidade (Meirieu, 1998, p. 63).

Essas variações introduzidas pelos professores, no decorrer de uma abordagem interdisciplinar, devem ser planejadas desde a construção da problematização para apresentação da situação-problema. Ela pode ser elaborado com base em critérios como os foram esquematizados na Figura 5.

Figura 5: Aspectos que ajudam a definir o motivo, o como e com o que explorar uma situação-problema.



FONTE: Adaptado de Schmitz e Alves Filho (2004, p. 12)

Maingain, Dufour e Fourez (2008) destacam que o planejamento da ação ocorre em uma etapa anterior a construção da IRI pelos estudantes, a qual denominam como modelização do processo. Em uma negociação prévia entre os professores eles identificam o contexto, a finalidade do processo, os quesitos operacionais que atendem ao plano epistemológico ou pedagógico, ou os dois.

Maingain, Dufour e Fourez (2008, p 86-87) sugerem que os professores respondam as seguintes questões: “o que se pretende tratar exatamente? O que está em jogo na problemática escolhida? Que ponto de vista se vai privilegiar? A partir de que posição se pretende falar? Quem está envolvido? Quem se pretende sensibilizar, mobilizar, implicar? O que se vai ter em conta?”.

Ainda sobre a formulação da situação-problema, é importante considerar três pontos na sua elaboração quando temos o objetivo de construir uma representação interdisciplinar: a adequação aos programas curriculares; a ancoragem no contexto dos destinatários ou seu cotidiano e a “mobilização transversal de conhecimentos, conceitos, modelos teóricos, competências, julgados fundamentais no quadro de um ciclo de ensino” (Maingain, Dufour e Fourez, 2008, p.150).

A metodologia proposta pelos autores para construção de uma representação interdisciplinar inicia-se pela discussão da situação-problema, a partir das concepções cotidianas sobre ela, e finaliza-se com a construção da Ilha de Racionalidade Interdisciplinar – IRI. As etapas para construção da IRI são descritas no Quadro 4.

Quadro 4 - Modelização de um processo interdisciplinar.

Etapas	Descrição da modelização da IRI
0	Negociar e problematizar o processo (formular a situação-problema e especificar o projeto)
1	Fazer emergir o cliché (aquilo que se considera espontaneamente sobre a situação-problema estudada)
2	Estabelecer o panorama indicando aquilo que pode ser considerado: listagem de atores, condicionantes, implicações, controvérsias e tensões, e cenários; identificação de caixas pretas (fontes de informações), de especialista a se consultar, das disciplinas a se mobilizar; realizar uma prévia dos procedimentos de investigação e a construção de uma síntese parcial, dos resultados até então obtidos
3	Proceder às investigações (aquilo que será considerado efetivamente, selecionando os aspectos que comporão a síntese final, hierarquizando os dados listados, escolhendo as caixas pretas, abrindo-as e descobrindo os princípios disciplinares).
4	Elaborar uma representação interdisciplinar da situação-problema construindo a síntese final para a IRI

Fonte: Adaptado de (Maingain, Dufour e Fourez, 2008, p. 102-103)

Como explanado anteriormente, a modelização inicia-se pela Etapa 0, na qual efetua-se a identificação dos contextos e dos objetivos do projeto que será apresentado aos estudantes. São considerados dois planos: o pedagógico, que inclui as competências e os componentes disciplinares que se intenciona mobilizar, e o nível epistemológico, que aborda o contexto da situação problemática sobre a qual será erigida uma representação (Maingain, Dufour e Fourez, 2008).

A problematização do processo envolve duas etapas: a formulação da situação-problema para a qual se busca a construção de uma representação interdisciplinar, com

originalidade na resposta que será apresentada, seguida pela especificação do projeto a ser desenvolvido, esclarecendo o contexto, os objetivos, os destinatários e o produto a ser elaborado (Maingain, Dufour e Fourez, 2008).

Os autores denominam a Etapa 1 como fazer emergir o clichê, referindo-se à representação prévia e espontânea da situação do problema, por parte dos estudantes, bem como os pressupostos que as acompanham. Eles enfatizam a importância de destacar as respostas espontâneas dos participantes do processo, bem como suas percepções, preconceitos, juízos e representações estereotipadas.

Na Etapa 2 estabelece-se o panorama daquilo que se poderia considerar, dentre as representações indicadas no clichê outras não listadas. Para otimizar a ação os autores aconselham o emprego de uma grelha de investigação que liste todos os parâmetros e interações do processo. As questões da grelha ajudam na definição das caixas pretas que serão abertas em profundidade, os especialistas a serem consultados e a mobilização de conhecimentos disciplinares (Maingain, Dufour e Fourez, 2008).

A modelização intermediária do processo é conhecida como síntese parcial. Isso significa que uma primeira síntese é feita e há uma discussão sobre o que será investigado em profundidade para alcançar a dimensão interdisciplinar do processo (Maingain, Dufour e Fourez, 2008).

Como afirmado por Maingain, Dufour e Fourez (2008), caixa preta refere-se a competências não formalizadas ou saberes a aprofundar no contexto escolar. Fourez (1998) diz que a caixa preta é uma representação de uma parte do mundo que é aceita como um todo, sem se debruçar em seus mecanismos de funcionamento, pois naquele instante isso não é útil.

A sistematização abarca o momento certo para iniciar as investigações, definir o que será considerado efetivamente, escolher os elementos que comporão a síntese final, organizar os dados listados, escolher caixas pretas, abri-las e salientar os princípios disciplinares (Maingain, Dufour e Fourez, 2008).

A síntese final, de acordo com Maingain, Dufour e Fourez (2008), é a modelização de fato da produção interdisciplinar, da ilha de racionalidade interdisciplinar. Para culminar nessa síntese, todos os membros do projeto devem negociar os elementos da representação final. Isso demonstrará a natureza pretendida de uma IRI. Ou seja, a síntese final concerne "uma representação mais afinada e mais adequada" (Maingain, Dufour e Fourez, 2008, p. 100).

De acordo com Maingain, Dufour e Fourez (2008), o produto de um trabalho interdisciplinar é uma representação ou modelização, que serve como substituto para uma situação-problema real e complexa. O resultado pode variar de acordo com cada trabalho criado sobre a mesma situação. Os autores também enfatizam que essa representação não resultará automaticamente da coleta de informações apreendidas ao longo do processo; em vez disso, ela requer o trabalho de seleção, síntese e negociação que a IRI exige (Maingain, Dufour e Fourez, 2008).

É importante destacar também, que o processo interdisciplinar, no contexto escolar, não precisa resultar em uma ação concreta: seu propósito pode ser a construção de saberes. Nesse caso, o projeto prático traduz-se na estruturação ou modificação da relação com o mundo, pelo sujeito que aprende (Maingain, Dufour e Fourez, 2008).

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA

A interdisciplinaridade é assumida neste trabalho como uma prática integradora que visa abordar certos problemas em suas particularidades, verdadeiramente integrando duas ou mais disciplinas para elaborar uma representação original. Tal prática de interconexão disciplinar é desenvolvida em função de um contexto particular definido pelos participantes de determinado projeto (Maingain, Dufour e Fourez, 2008).

A prática da interdisciplinaridade no contexto escolar é uma operação que se situa em dois planos: o pedagógico relacionado as “[...] aprendizagens que são visadas em função de objetivos culturais, cognitivos, éticos”, etc e no plano epistemológico, pois os envolvidos precisam “[...] analisar, discernir, decidir, comunicar e agir” em função da questão estudada (Maingain, Dufour e Fourez, 2008, p. 83).

Considerando este entendimento, buscamos mapear como a prática interdisciplinar foi investigada e comunicada nos periódicos da área de ensino nos últimos dez anos. Mapear como estudantes e professores envolvidos na prática da interdisciplinaridade comunicam suas percepções sobre os contextos e os projetos desenvolvidos. Identificar as situações-problema que foram estudadas, as finalidades que pretendiam atingir com a integração de conhecimentos disciplinares e como representarão o resultado do estudo.

2.1 Procedimentos da investigação

A revisão da literatura tem a finalidade de reunir um conjunto de produções teóricas que sejam relevantes sobre uma determinada questão, situação-problema ou área de conhecimento. Ela serve para oferecer aos demais pesquisadores um panorama dessas produções, em um determinado período e que atendem aos critérios de avaliação da referida área, possibilitando indicar, por exemplo, tendências teóricas ou metodológicas (Côco, 2019).

Considerando que a qualidade da pesquisa bibliográfica está atrelada à escolha dos elementos que constituem os estudos primários incluídos na revisão, assim como à abordagem analítica que será utilizada, orientamos nossa escolha segundo Rosa (2015) e Côco (2019). Para os referidos autores, um fator importante a ser considerado é a clareza dos procedimentos utilizados para coleta, seleção e análise de dados e para atender a isso

sugerem etapas metodológicas para sua realização: definição das palavras-chave, definição do escopo, seleção do *corpus* e análise.

Os documentos selecionados para compor o corpus foram artigos publicados em língua portuguesa, em periódicos classificados na área de avaliação Ensino, no Qualicapes quadriênio 2013-2016, pois no momento da pesquisa este era último publicado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Essa escolha levou em consideração que os programas de pós-graduação utilizam a classificação da Plataforma Sucupira, especificamente o Qualicapes, como aspecto que confere qualidade aos periódicos da área de ensino e relevância para nosso resultado.

Para a delimitação do escopo, os critérios de inclusão empregados foram: revistas com classificação A1 e A2, além das revistas com o termo “interdisciplinar” no título, independente da classificação. Já os critérios de exclusão utilizados foram: revistas internacionais, versões impressas e com foco e escopo que não contemplam o Ensino de Ciências, publicando artigos em outras subáreas como matemática, saúde, esporte, história, linguagens, arquitetura, jornalismo, etc.

A utilização destes critérios para seleção do escopo resultou em 56 revistas, sendo 16 classificadas como qualis A1, 35 qualis A2 e cinco com “interdisciplinar” no título (duas qualis B1, duas B2 e uma B3).

Ainda seguindo as orientações de Rosa (2015) e Côco (2019), foram selecionadas as palavras-chave que utilizamos no sistema de busca dos periódicos: (interdisciplinaridade OR interdisciplinar). O recorte temporal, último critério de inclusão empregado, foi o período de 2010 a 2020.

2.2 Resultados da pesquisa bibliográfica

A coleta de dados nas 56 revistas selecionadas por atender aos critérios de inclusão foi realizada mediante inserção da palavra-chave no dispositivo de busca, disponível no site de cada uma delas.

No quadro 5 apresentamos o resultado obtido na etapa inicial do procedimento de coleta de dados, indicando o título das revistas selecionadas, o quantitativo de artigos identificados e os selecionados para análise, após leitura flutuante.

Apenas para validação da qualidade do corpus reavaliamos a classificação do corpus segundo o novo Qualis identificando que dos 16 periódicos que eram A1 apenas um passou para A2, e dos 35 com classificação A2, sete passaram para A1, cinco para A3, seis para A4 e um para B1 e um para B2.

No

Quadro 5 visualizamos na primeira coluna que eram indicados 145 periódicos classificados como Qualis A1 e 198 como A2 pela área de ensino no período de 2013-2016. Indicamos na segunda coluna aqueles que foram selecionados para comporem o corpus desta pesquisa bibliográfica, pois apresentavam como foco e escopo a indicação de publicar artigos que abordavam sobre o ensino de ciências.

Quadro 5 - Corpus da investigação

Total/ Qualis	Periódicos que atendiam os critérios de inclusão (novo Qualis 2017-2020)	Artigos Identificados	Artigos Selecionados
145/ A1	Ambiente & sociedade (A2); Cadernos de pesquisa (FCC); Ciência & educação; Educação & sociedade; Educação e pesquisa; Educação e realidade; Educação em revista; Educar em revista; Ensaio - avaliação e políticas públicas em educação; Ensaio: pesquisa em educação em ciências; Laplage em revista; Pró-posições; Revista brasileira de Educação; Revista brasileira de ensino de física; Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos.	165	26
198/ A2	Acta scientiae; Acta scientiarum. Education; Alexandria; Amazônia - revista de educação em ciências e matemáticas; Areté (A1); Atos de pesquisa em educação (A3); Caderno brasileiro de ensino de física (A1); Ciência e cultura (A1); Contexto & educação; Dynamis (A4); Educação e cultura contemporânea; Ensino em re-vista (A3); Ensino, saúde e ambiente (B1); Imagens da educação (A4); Interfaces científicas – educação (A4); Interfaces da educação; Investigações em ensino de ciências (A1); Nuances (A3); Revista brasileira da pós-graduação; Reflexão e ação (A3); Rencima; Revista brasileira de ensino de ciência e tecnologia; Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências (A1); Revista cocar; Revista contemporânea de educação (A4); Revista de educação, ciências e matemática (A4); Revista de educação do cogeime (B2); Revista de educação pública; Revista diálogo educacional (A1); Revista educação em questão (A1); Revista eletrônica de educação; Revista exitus (A4); Revista FAEDEBA; Revista tempos e espaços em educação (A3); Vidya.	645	84
	Interdisciplinaridade; Redin revista educacional interdisciplinar (A4); Revista eletrônica científica ensino interdisciplinar (A3); Revista interdisciplinar de tecnologias e educação (B1); Revista pet interdisciplinar e programa conexões de saberes.	92	24

Fonte: dados da pesquisa.

As palavras-chave foram inseridas individualmente no mecanismo de busca de cada revista, disponível no seu site ou na base SciELO e ao verificar em qualquer parte do texto obtivemos como resposta 902 artigos.

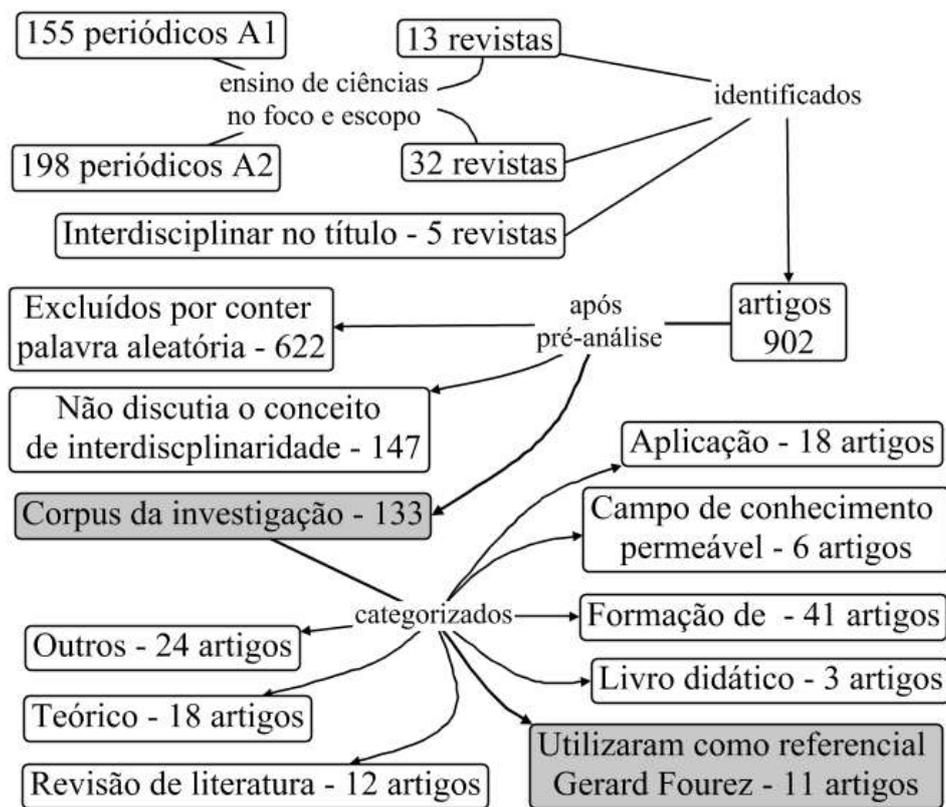
Na leitura inicial utilizando como critério de exclusão a indicação de palavra aleatória, excluímos os trabalhos que apenas mencionavam interdisciplinaridade no decorrer do texto, sem objetivo de discutir seu conceito ou discorrer sobre sua prática. Desta forma efetuamos a exclusão de 622 artigos que apresentavam uma ou duas vezes a

palavra na textualização, sem pretensão de que fosse concebida como prática de justaposição ou integração de conhecimentos disciplinares.

Verificamos com a leitura mencionada que alguns trabalhos faziam uso da palavra buscando uma indicação implícita do conceito de justaposição de conhecimentos, mas não discorriam sobre ele. Essa análise resultou na exclusão de 147 artigos que, apesar de utilizarem a expressão sugerindo justaposição, não discutiam o conceito de interdisciplinaridade a partir de um referencial teórico metodológico, por exemplo.

Os 133 artigos que atendiam ao critério de inclusão, apresentando uma discussão conceitual da interdisciplinaridade e utilizando-a como objeto de estudo passaram por uma segunda etapa de leitura. Analisando-os de forma mais crítica efetuamos o enquadramento dos trabalhos em oito categorias, conforme indicada na *Figura 6*.

Figura 6: Esquema categorização dos trabalhos identificados na etapa de coleta de informações nos periódicos



Fonte: Adaptado de Bodas e Errobidart (2023, p. 8114)

A categoria teórico engloba os trabalhos que abordam pressupostos teóricos ou proposições de atividades; aplicação compreende os trabalhos que realizaram ações no contexto de ensino; Fourez incluem os trabalhos que utilizaram Gerard Fourez e seus colaboradores como referencial; enquanto revisão da literatura abarca os trabalhos que

realizaram mapeamento do tema; a categoria formação de professores contém os trabalhos que foram desenvolvidos no âmbito da formação de professores; livro didático refere-se aos trabalhos que analisam a interdisciplinaridade no material didático; campo de conhecimento permeável abarca trabalhos que buscam a integração do conhecimento escolar com disciplinas não escolares e por fim, a categoria outros compreende os trabalhos que não se enquadraram em nenhuma das anteriores.

Apresentamos uma discussão dos 11 trabalhos que empregaram a interdisciplinaridade a partir do referencial teórico metodológico proposto por Gerard Fourez. Consideramos que eles podem ajudar a esclarecer a proposta da interdisciplinaridade pela interdisciplinaridade e analisar o potencial do percurso metodológico discutido por (Maingain, Dufour e Fourez, 2008, p. 119) e apresentado como “uma ferramenta especificamente didática com vistas à aplicação da interdisciplinaridade”.

No

Quadro 6 apresentamos os títulos e os autores destes 11 trabalhos que discorrem sobre a interdisciplinaridade pela interdisciplinaridade vivenciadas no contexto brasileiro.

Quadro 6 - Trabalhos classificados na categoria Referencial Gerard Fourez

A1/ (4)	Seguindo os passos de Sherlock Holmes: experiência interdisciplinar em encontro de divulgação científica (Regiani et al, 2012); Um singular plural: contribuições de Gérard Fourez para a educação em ciências (Mohr et al, 2019); Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências (Pietrocola, Pinho Alves e Pinheiro, 2016); Aspectos da formação de professores no desenvolvimento de uma ilha interdisciplinar de racionalidade sobre uso de misturas caseiras na limpeza (Milaré, 2020).
A2/ (7)	Geoilhas: o desenvolvimento de um modelo de MOOC voltado para a formação continuada de professores de ciências na educação básica (Werlang e Del Pino, 2018); Ensino de ciências: o enfoque CTS e a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) (Souza e Almeida, 2020); Ilha interdisciplinar de racionalidade em torno da gravura “Maddog” de Thomas LordBusby: um estudo sobre a raiva (Liz, Machado e Silveira, 2019); O tema Sexualidade Humana no ensino médio: as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade como metodologia em aulas de biologia (Imhof e Schroeder, 2016); Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade: conceito de proporcionalidade na compreensão de informações contidas em rótulos alimentícios (Siqueira e Gaertner, 2015); Ilha Interdisciplinar de Racionalidade: intervenção didática focada no desenvolvimento de atributos associados a alfabetização científica e técnica (Rosa, Demarco e Darroz, 2020); Interdisciplinaridade na formação docente: a cultura de soja como temática contextualizador (Nicoletti, Vestena e Sepel, 2018).

Fonte: Dados da pesquisa.

Após as leituras de reconhecimento e as seletivas realizamos uma sequência de interações com os textos para identificação de ideias primárias e secundárias presentes na textualização realizada pelos autores. Nestas novas etapas de leitura buscamos analisar, comparar, diferenciar e sintetizar as ideias apresentadas pelos autores dos trabalhos sobre a concepção de interdisciplinaridade; as possíveis adequações do percurso interdisciplinar

proposto por Fourez e colaboradores e o entendimento das oito etapas indicadas para construção de uma representação interdisciplinar ou da Ilha de Racionalidade.

2.3 A síntese construída a partir desta investigação

Os resultados e análise dos dados, coletados na pesquisa bibliográfica, foram publicados no periódico indicado na *Figura 7*. Foram utilizados para justificar a relevância de mais pesquisas sobre a metodologia para construção de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar.

Figura 7: A síntese construída com base na pesquisa bibliográfica



FONTE 2: DOI: 10.55905/cuadv15n9-009

Ao revisitarmos a síntese construída reforçamos o posicionamento dos autores dos 11 trabalhos analisados que as etapas metodológicas para construção de uma representação interdisciplinar têm potencial para ser empregada como ferramenta didática na prática de sala de aula.

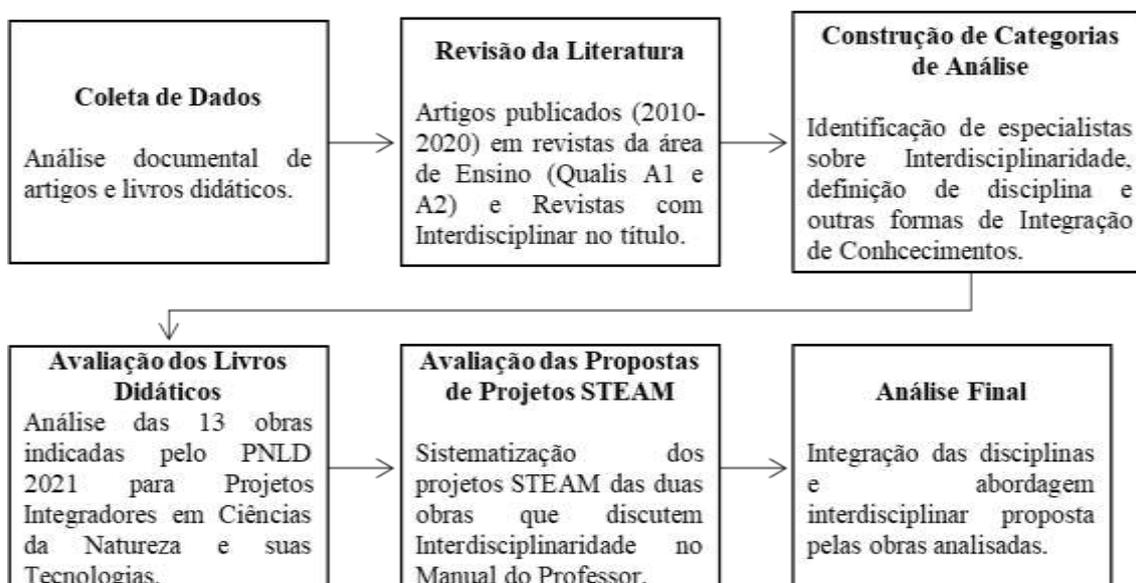
Concordamos com os autores que investigaram a metodologia que o emprego de uma prática interdisciplinar estruturada em um referencial teórico metodológico, que considera o plano epistemológico e pedagógico contribuir para a construção de representações para situações-problemas. Se estas situações explorarem questões socioculturais com abertura orientada de caixas pretas podem contribuir para a construção de uma processo de alfabetização científica.

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

Esta pesquisa trata-se do tipo qualitativa sem intervenção que, de acordo com Rosa (2015), se caracteriza pela sua natureza interpretativa, na qual o “[...] pesquisador deve interpretar os registros obtidos a partir da pesquisa tendo como base a sua matriz cultural e seu referencial teórico” (Rosa, 2015, p. 52).

Especificamente, realizamos uma análise documental, que pode ser “[...] utilizada como ferramenta de coleta de registros para um trabalho de pesquisa baseado na interpretação de documentos” (Rosa, 2015, p. 53). A figura abaixo sistematiza as etapas desenvolvidas na pesquisa e são discutidas a seguir.

Figura 8: Etapas desenvolvidas na pesquisa



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Para justificar a relevância da pesquisa realizamos um mapeamento dos trabalhos publicados no período de 2013-2023, em revistas da Área de Ensino, que apresentavam no escopo menção ao ensino de ciências ou tinham ele como foco. Para garantir a importância do corpus priorizamos artigos publicados em periódicos listados no qualis CAPES, quadriênio de 2013-2016, como de qualidade A1 e A2 e aqueles que tinham no título a palavra interdisciplinaridade.

Nele identificamos os principais especialistas sobre interdisciplinaridade, utilizado no contexto brasileiro, neste período de dez anos, e os resultados orientaram a construção de um quadro teórico.

Considerando a definição conceitual de disciplina, de integração disciplinar tipo multidisciplinar, pluridisciplinar, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade como fundamentais para o desenvolvimento de uma prática integradora, realizamos outra análise documental para inventariar o ponto de vista defendido por especialistas sobre interdisciplinaridade e, com o resultado, construídos um grupo de categorias de análise, indicadas no *Quadro 7*, com base em alguns dos seus trabalhos.

Quadro 7- Categorias de análise sobre prática interdisciplinar

Especialista consultado	Categorias para prática interdisciplinar
Japiassú (1976)	Colaboração; Processo interativo.
Santomé (1998)	Interação; Intercomunicação
Fazenda (2005)	Reunião; Mobilização.
Lenoir (2008)	Disciplinas escolares; Disciplinas científicas;
Maingain, Dufour e Fourez (2008)	Integração; Interconexão; Representação original;
Pombo (2008)	Inter-relação.
Klein (2010)	Integração; Síntese integrada.
Repko, Szostak e Buchberger (2017)	Integração; Insights;

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise dos documentos produzidos por estes especialistas sobre interdisciplinaridade propiciou construirmos uma síntese das principais definições utilizadas por eles, e descrevemos e analisamos as propostas de Gérard Fourez, Alain Maingain, Barbara Dufour, Julie Klein e Allen Repko para a prática da interdisciplinaridade.

Utilizando as categorias listadas no Quadro 7 analisamos como a interdisciplinaridade é apresentada nos 13 livros didáticos indicados no catálogo do Programa Nacional do Livro e do Material Didático, do ano de 2021, (PNLD 2021) de Projetos Integradores, para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Dentre as propostas de projetos integradores apresentadas no livro didático estabelecemos como foco os Projetos Integradores de STEAM, e depois de uma pré-análise, analisamos as propostas que adotaram explicitamente um referencial específico para discutir a interdisciplinaridade no manual do professor.

Buscando uma visão global do que esses projetos propõem, foram sistematizadas as informações sobre a temática do projeto, a situação-problema apresentada, quais disciplinas são indicadas para integração, os objetivos gerais do projeto, a duração

sugerida, o produto final desejado e o método de avaliação proposto. Utilizamos três categorias de análise, indicadas e detalhadas no Quadro 8.

Quadro 8 - Indicadores para avaliação das competências interdisciplinares

Crítérios	Indicadores
Formulação e contextualização da problemática	- Existem indícios que possibilite identificar o contexto, os destinatários, a finalidade e produção da representação interdisciplinar que almejam construir com a execução do projeto integrador? - O projeto é teórico (visa a construção de conhecimentos disciplinares) ou prático (sinaliza a necessidade de uma ida a campo)? - São realizadas discussões que remetam ao clichê?
Utilização das disciplinas	- O conhecimento disciplinar apresentado é relevante para a representação interdisciplinar? - As disciplinas são integradas ou justapostas? - Os estudantes participam da escolha das caixas pretas a serem abertas? - Como é a realizada a abertura das caixas pretas? - É elaborada uma grelha de investigação que liste os parâmetros e interações do processo? - A síntese parcial é realizada?
Fontes e especialistas	- Quais fontes são utilizadas? - Há consulta à especialistas? - Como se dá a consulta aos especialistas? - Qual o produto desenvolvido?

Fonte: Adaptado de Maingain, Dufour e Fourez (2008, p.184-185).

A situação-problema foi analisada considerando as concepções de Maingain, Dufour e Fourez (2008): como o elemento que dispara o percurso investigativo e que determina os conhecimentos disciplinares necessários para o processo. Avaliamos se o contexto, as finalidades, os destinatários e o produto que será construído são claramente visualizados na situação-problema proposta. Adotamos a perspectiva de Maingain, Dufour e Fourez (2008), pois suas concepções são a que, no nosso entendimento, melhor contemplam a realidade escolar para o desenvolvimento de ações interdisciplinares.

No Quadro 8, o critério formulação e contextualização da problemática abarca os indicadores iniciais de um percurso interdisciplinar: as quatro dimensões que determinam a representação interdisciplinar (contexto, destinatários, finalidade e produção almejada); se o projeto busca a construção de conhecimentos disciplinares ou se precisa de uma ida a campo; se são realizadas discussões para levantamento das ideias prévias dos estudantes.

O segundo critério, utilização das disciplinas, busca identificar se o conhecimento disciplinar trabalhado é de fato relevante para a representação interdisciplinar; se as disciplinas são justapostas ou realmente integradas; se é elaborada uma grelha de investigação que determine os parâmetros do processo; se os estudantes participam da escolha das caixas pretas a serem abertas; como se dá a abertura das caixas pretas; se a síntese parcial é realizada.

O terceiro critério, fontes e especialista, visa analisar quais as fontes são utilizadas; se há consulta à especialistas e como essa consulta é orientada; qual o produto a ser desenvolvido.

Fechamos a análise apresentando o ponto de vista de como os livros didáticos sugerem a interação e integração de conhecimentos disciplinares de biologia, física e química, conhecimentos disciplinares escolares da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Analisamos se as disciplinas são apenas mencionadas, se são justapostas ou realmente integradas.

Avaliamos se os projetos orientam a consulta à outras fontes ou especialistas, se há confronto de concepções opostas, se a construção de argumentos é incentivada e se há proposição de síntese ou representação final do problema.

CAPÍTULO 4 – OS PROJETOS INTEGRADORES

A nova organização curricular para o Ensino Médio, estabelecida pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), apresenta um conjunto de propostas para efetuar a integração das diferentes disciplinas das áreas do conhecimento: Linguagens e suas tecnologias; Matemática e suas tecnologias; Ciências da natureza e suas tecnologias e Ciências humanas e sociais aplicadas.

Nosso interesse, dada a formação inicial e o programa de pós-graduação no qual se realiza esta pesquisa, se centra na integração das disciplinas de Física, Química e Biologia na área do conhecimento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que, de acordo com a BNCC, podem ser trabalhadas de maneira interdisciplinar e integradora, uma vez que o conhecimento que articulam não são independentes uns dos outros (Brasil, 2021, p. 17).

Entretanto, para contextualizar o objeto de estudo deste trabalho consideramos necessários esclarecer que este livro didático se insere em um programa mais amplo: o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD). Ele tem como objetivo avaliar e fornecer obras didáticas, pedagógicas e literárias, entre outros materiais, às escolas públicas de educação básica. O Decreto Nº 9.099, de 18 de julho de 2017 dispõe:

Art. 1º O Programa Nacional do Livro e do Material Didático - PNLD, executado no âmbito do Ministério da Educação, será destinado a avaliar e a disponibilizar obras didáticas, pedagógicas e literárias, entre outros materiais de apoio à prática educativa, de forma sistemática, regular e gratuita, às escolas públicas de educação básica das redes federal, estaduais, municipais e distrital e às instituições comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos e conveniadas com o Poder Público.[...] § 1º O PNLD abrange a avaliação e a disponibilização de obras didáticas e literárias, de uso individual ou coletivo, acervos para bibliotecas, obras pedagógicas, softwares e jogos educacionais, materiais de reforço e correção de fluxo, materiais de formação e materiais destinados à gestão escolar, entre outros materiais de apoio à prática educativa, incluídas ações de qualificação de materiais para a aquisição descentralizada pelos entes federativos (Brasil, 2017, p.1).

A compra e a distribuição dos materiais e livros didáticos, selecionados pelo Ministério da Educação, são de responsabilidade do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). O Decreto Nº 9.099, de 18 de julho de 2017 dita:

Art. 4º O PNLD será executado em estrita observância aos princípios constitucionais da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da publicidade e da eficiência e caberá ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação - FNDE estabelecer normas de conduta, a serem seguidas pelos participantes [...].§ 2º O FNDE regulamentará a forma da divulgação e da apresentação das obras didáticas, pedagógicas e literárias nas escolas participantes.[...]Art. 5º A adesão formal das redes de ensino federal, estaduais,

municipais e distrital constitui critério de participação no PNLD, observados os prazos, as normas, as obrigações e os procedimentos estabelecidos em Resolução do FNDE. (Brasil, 2017, p. 2)

Para receber os livros didáticos do PNLD é necessário que a escola pública participe do Censo Escolar do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e que a rede à qual está vinculada, ou a escola federal, tenham aderido formalmente ao programa. Os materiais distribuídos às escolas públicas de educação básica do país são escolhidos pelas escolas, desde que inscritos no PNLD, como apontado pelo Decreto Nº 9.099, de 18 de julho de 2017:

Art. 18. Durante a etapa de escolha, por opção dos responsáveis pela rede, a adoção do material didático será única: I - para cada escola; II - para cada grupo de escolas; ou III - para todas as escolas da rede. § 1º Na hipótese de que trata o inciso I do caput, serão distribuídos os materiais escolhidos pelo conjunto de professores da escola. § 2º Na hipótese de que tratam os incisos II e III do caput, serão distribuídos os materiais escolhidos pelo conjunto de professores do grupo de escolas para o qual o material será destinado. [...] Art. 22. O quantitativo de exemplares de materiais didáticos para os estudantes e os professores e de acervos para sala de aula e bibliotecas será definido com base nas projeções de matrículas das escolas beneficiadas, de acordo com os dados do Censo Escolar, conforme estabelecido em Resolução do FNDE, ouvida a Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação. (Brasil, 2017, p. 5-6, grifo nosso)

Assim foi realizada, a seleção dos livros e demais materiais didáticos em todas as escolas públicas brasileiras.

4.1 Os livros de projetos integradores

O Guia Digital PNLD 2021 de Projetos Integradores e Projeto de vida destaca que

a proposta dos Projetos Integradores é possibilitar a devida ligação entre os conhecimentos científicos com as necessidades e características da comunidade e da sociedade em que o adolescente vive, trabalha e contribui socialmente. Ele deve se apropriar do conteúdo científico a partir de projetos que interfiram diretamente em sua realidade, propiciando ao jovem estudante, o protagonismo da ação, tornando-o um sujeito ativo a partir da ciência e seus desdobramentos. Os Projetos Integradores têm a proposta de ensinar a ciência para que ela traga sentido à vida dos estudantes e para que eles se encontrem como cidadãos e se sintam parte da sociedade em que vivem, transformando-a, sempre em uma perspectiva democrática, justa e inclusiva (Brasil, 2021, p. 17).

O documento defende a importância da ligação entre os conhecimentos científicos e a vida social dos estudantes e da comunidade em que a escola está inserida. Sugere a integração dos conhecimentos científicos para torná-los coerentes com a vida dos estudantes. Essa integração sugere interdisciplinaridade, conforme destacado:

Esta é uma proposta interdisciplinar. E para o Ensino Médio é a primeira vez que o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) distribuiu uma obra totalmente alinhada com as propostas da BNCC na perspectiva das competências e habilidades ali descritas. Dessa forma, você professor, deve ficar atento às novidades presentes nestas obras pois elas diferem muito daquelas consideradas disciplinares e, pelas suas próprias características e pioneirismo, exigem mais atenção e cuidado por parte do corpo docente, pois a proposta é muito clara no que se refere a atuação de forma conjunta, integrando todos os saberes (Brasil, 2021, p. 17).

Os Projetos Integradores baseiam-se no trabalho de competências e habilidades. O documento da BNCC descreve dois tipos de competências para o Ensino Médio: competências gerais da Educação Básica e competências específicas para Ciências da Natureza e Tecnologias. No *Quadro 9* indicamos o título e como vamos referenciá-los no capítulo de discussão.

Quadro 9 - Livros de Projetos integradores área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Título do volume	Indicação
#novo ensino medio - projetos integradores - ciencias da natureza e suas tecnologias (Editora Scipione S.A.)	LD01
+ação – na escola e na comunidade – projetos integradores – ciências da natureza e suas tecnologias (Editora FTD S.A.)	LD02
Conhecer e transformar: projetos integradores (Editora do Brasil S.A)	LD03
De olho no futuro - projetos integradores - ciencias da natureza e suas tecnologias (Editora Ática S.A)	LD04
Identidade em ação: ciências da natureza e suas tecnologias (Editora moderna Ltda)	LD05
Integração e protagonismo (Editora do Brasil S.A)	LD06
Integralis – ciências da natureza e suas tecnologias – projetos integradores (IBEP - Instituto Brasileiro de Edições Pedagógicas Ltda)	LD07
Integrando saberes - ciencias da natureza (Edições SM Ltda.)	LD08
Jovem protagonista projetos integradores ciencias da natureza e suas tecnologias (Editora Moderna Ltda)	LD09
Moderna em projetos: ciências da natureza e suas tecnologias (Editora Moderna Ltda)	LD10
Práticas na escola - ciências da natureza e suas tecnologias (Universo dos Livros Editora Ltda)	LD11
Ser protagonista projetos integradores ciencias da natureza e suas tecnologias (Edições SM Ltda.)	LD12
Vamos juntos, profe! - projetos integradores - ciencias da natureza e suas tecnologias (Saraiva Educação S.A.)	LD13

Fonte: Catálogo

Ao analisarmos os livros indicados no Quadro 9 identificamos quatro temas integradores, propostos a partir das competências descritas e com o objetivo de organizar os conteúdos dos componentes curriculares e das áreas de conhecimento, dialogando com o cotidiano das diferentes juventudes: Mediação de Conflitos, Mídiaeducação,

Protagonismo Juvenil e STEAM (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática).

O tema integrador Mediação de Conflitos aborda várias maneiras de pensar e lidar com os conflitos cotidianos que os jovens enfrentam. Inicia identificando o que realmente é um conflito para entender que situações controversas são inerentes à vida social:

[...] o tema integrador Mediação de Conflitos traz propostas que apresentam diferentes caminhos de reflexão e ação para conflitos diários que os jovens vivem em seus cotidianos, partindo, inicialmente, da identificação do que seria, de fato, um conflito para a compreensão de que situações controversas são inerentes à vida em sociedade. Os projetos apresentam situações em que o jovem é incentivado a buscar instrumentos que o permitam conciliar diferenças de forma não ingênua ou descolada da realidade, em uma perspectiva cidadã. Assim, a Mediação de Conflitos é apresentada como uma forma de agir pessoal e coletivamente em nome de uma cultura da paz indissociável de valores democráticos (Brasil, 2021, p. 19).

Os projetos do tema integrador Mídiaeducação oferecem aos jovens a oportunidade de aprender sobre a produção, circulação e apropriação de informações nas várias mídias atuais.

Em Mídiaeducação, os projetos buscam desenvolver o letramento midiático, oferecendo ao jovem a oportunidade de aprender sobre a produção, circulação e apropriação de informações nas diversas mídias que existem contemporaneamente. As propostas apresentam atividades que fomentam uma análise crítica – fundamental em tempos de Fake News e movimentos anticientíficos – mas também uma análise criativa e propositiva, em uma perspectiva de se aprender sobre mídias produzindo mídias (Brasil, 2021, p. 19).

Os projetos do tema integrador Protagonismo Juvenil abordam as culturas juvenis, incentivando os jovens a participar ativamente como cidadãos, mostrando como os espaços coletivos são essenciais para o desenvolvimento do protagonismo.

As propostas que trazem como tema o Protagonismo Juvenil, abordam as culturas juvenis, estimulando a participação ativa do jovem em perspectiva cidadã, ou seja, trazendo à reflexão a importância dos espaços coletivos para o desenvolvimento do protagonismo. Desta forma, as obras trazem projetos que utilizam a arte e a cultura como meios para favorecer o autocuidado, bem como o cuidado com o outro e com o seu entorno, despertando o jovem para o seu potencial como agente de transformação da sua própria realidade, buscando soluções para problemas reais da sua escola ou comunidade (Brasil, 2021, p. 19).

Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM) se trata de uma abordagem que procura integrar os conhecimentos no ensino de ciências. Ela estimula o ensino, a utilização e a integração dos conhecimentos das áreas de seu acrônimo, para compreensão e resolução de problemas do mundo real.

O tema integrador STEAM relaciona Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática, estimulando a criatividade dos estudantes na resolução de

problemas reais, especialmente aqueles identificados em seu cotidiano. As obras apresentam propostas de projetos que articulam esses cinco campos de forma aplicada, partindo do conhecimento específico da área de Ciências da Natureza para a construção de protótipos, organização de eventos, exposições e outros movimentos, favorecendo também a utilização de tecnologias digitais (Brasil, 2021, p. 19).

O movimento STEAM origina-se do movimento conhecido por STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) que, por sua vez, originou-se nos Estados Unidos em 1990, devido a necessidade de incentivar os estudantes para as carreiras científicas e tecnológicas, diante da escassez de mão de obra e do desinteresse pelas áreas que compõem o STEM (Campos et al, 2022; Pugliese, 2017; Soares e Maia, 2023).

Com a integração da área Artes às práticas STEM, obtêm-se o STEAM. Essa implementação visa ampliar a sensibilização e expansão do olhar para os problemas do mundo real, buscando uma perspectiva mais rica na construção do conhecimento. A abordagem STEAM pode ser desenvolvida por meio de projetos, utilizando-se de metodologias ativas que favoreçam a integração das áreas (Soares e Maia, 2023).

A abordagem STEAM se apresenta no Brasil principalmente por meio do Programa Nacional do Livro Didático e do Material Didático (2021) e do Novo Ensino Médio (Campos et al, 2022), uma vez que ainda há poucas publicações sobre a abordagem em revistas científicas e em teses e dissertações, em comparação com as produções de outros países (Pugliese, 2017).

Os Projetos Integradores exploram a riqueza envolvida na articulação de conhecimentos específicos com o cotidiano, possibilitando uma maior valorização de outras formas de ver o mundo e, assim, produzir novos conhecimentos.

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E ANÁLISE

Na primeira parte deste capítulo, apresentamos uma reconstrução da síntese construída na forma do artigo intitulado Análise das concepções sobre interdisciplinaridade nos livros didáticos de projetos integradores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (PNLD 2021), publicado por Bodas e Errobidart (2024) em Ensino e Tecnologia em Revista. Ao retomar a ida a campo e proceder uma nova abertura de caixas-pretas (retomar as fontes de informação), ampliamos a discussão com os especialistas, listados no Quadro 7, assumido na pesquisa de mestrado como referencial.

Na segunda parte efetuamos a análise dos projetos STEAM dos livros de Projetos Integradores do PNLD 2021 que discutem, explicitamente, a interdisciplinaridade segundo um referencial específico da área. Discutimos se esses referenciais são considerados na proposição dos projetos e se a mobilização das diferentes disciplinas condiz com o referencial apontado.

5.1 A interdisciplinaridade presente nos livros de projetos integradores

Indicamos na metodologia que para obter as informações sobre como os livros didáticos de projetos integradores apresentam o conceito de interdisciplinaridade, realizamos uma leitura flutuante das 13 obras listadas no Quadro 9 e, posteriormente, a exploração do manual do professor e da seção de apresentação de cada obra. A investigação foi realizada com o objetivo de identificar uma conceituação para interdisciplinaridade e, quando evidenciado o conceito, a indicação implícita ou explícita de termos associados ao nosso quadro teórico (*Quadro 7*).

Analizamos a textualização das obras e a indicação de palavras (Colaboração; Processo interativo; Interação; Intercomunicação; Reunião; Mobilização; Interconexão; Representação original; Inter-relação; Síntese integrada e Insights) que permitiam sugerir aproximação com os especialistas que estudamos, no decorrer desta pesquisa.

Identificamos nos livros didáticos LD01, LD03, LD05, LD06, LD08, LD10 e LD12 uma discussão sobre a interdisciplinaridade no manual do professor, mas em LD06 não evidenciamos elementos para sugerir o emprego de um referencial específico para integração de conhecimentos disciplinares.

A interdisciplinaridade é discutida, no LD01, segundo Ivani Catarina Arantes Fazenda no trabalho intitulado Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro:

efetividade ou ideologia?. Apoiado na reflexão da autora a interdisciplinaridade é comunicada como dependente da atitude daqueles que a praticam, da colaboração entre diferentes conhecimentos disciplinares escolares e especialistas que as lecionam: os professores. Considerando que a interação de conhecimentos se efetive em trabalho interdisciplinar os autores citam Ivani Fazenda afirmando que:

[...] em nível de interdisciplinaridade, ter-se-ia uma relação de reciprocidade, de mutualidade, ou melhor dizendo, um regime de copropriedade que iria proporcionar o diálogo entre os interessados. Neste sentido, pode dizer-se que a interdisciplinaridade depende basicamente de uma atitude. Nela a colaboração entre as diversas disciplinas conduz a uma “interação”, a uma intersubjetividade como única possibilidade de efetivação de um trabalho interdisciplinar. [...] Para a autora, a interdisciplinaridade é uma questão de atitude coerente, exige uma postura engajada e um comprometimento pessoal (LD01- Pugliese, 2020, p. 178).

Promovendo a abertura da caixa preta usada pelo autor do LD01, efetuamos a leitura de Fazenda (2011), e identificamos que a autora defende que é no regime de copropriedade e de interação que o diálogo se torna possível. Ela alega que o diálogo é única condição para a possibilidade da interdisciplinaridade e que dialogar pressupõe uma atitude engajada, de professores e estudantes que, por sua vez, parte da intersubjetividade. A autora argumenta que “A interdisciplinaridade, então, depende de uma mudança de atitude diante do problema do conhecimento, da substituição de uma concepção fragmentária pela concepção unitária do ser humano” (Fazenda, 2011, p. 162).

O autor de LD03 se apoia na discussão de Fernando Hernández-Hernández, especificamente no trabalho intitulado Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho, publicado em 1998. Com base nesta obra ele pontua que para se realizar uma prática interdisciplinar, é necessário diálogo entre os especialistas do conhecimento científico, buscando sua integração com saberes do senso comum. Ele destaca que

É necessário, entretanto, que a prática interdisciplinar seja fundamentada no conhecimento. [...] A prática interdisciplinar considera a necessidade do diálogo entre o senso comum e o conhecimento científico nas mais diversas áreas, possibilitando o desenvolvimento de argumentos sólidos que contemplem as mais diversas disciplinas. (LD03 - Artacho, 2020, p. VII).

Se considerarmos que o senso comum contempla conhecimentos cotidianos, assumidos como consensuais ou não, concordamos com a importância do diálogo aproximando-o com o conhecimento científico. Essa aproximação relaciona-se com a noção, defendida por Maingain, Dufour e Fourez (2008, p. 72), de que a interdisciplinaridade mobiliza disciplinas e outros domínios, “[...] uma representação ou

modelização mobiliza as contribuições de diversas disciplinas ou domínios da vida corrente e as utiliza efetivamente”.

Os autores de LD05 relacionam os entendimentos de dois grandes especialistas: Ivani Catarina Arantes Fazenda a partir do trabalho *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*, e de Hilton Ferreira Japiassú com base na obra *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Referenciando estes trabalhos, os autores do livro didático afirmam que, para a interdisciplinaridade ocorrer efetivamente, deve haver “[...] cooperação e diálogo entre as disciplinas do conhecimento, a partir de uma ação coordenada. Pressupõe uma organização, uma articulação voluntária e coordenada das ações disciplinares orientadas por um interesse/objetivo comum” (Lopes et al, 2020, p. IX).

Parece-nos que este diálogo, mencionado pelo autor do LD05, ainda não possui contexto propício para acontecer, se analisarmos outra caixa preta produzida por Hilton Ferreira Japiassú. Ao discutir a questão da interdisciplinaridade, em uma palestra proferida em 1994, no Seminário Internacional sobre Reestruturação Curricular, promovido pela Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre, ele menciona o diálogo como alternativa para enfrentar a fragmentação do conhecimento disciplinar.

Em nossos dias [muito anos antes de 2024], o conhecimento interdisciplinar tem aparecido como uma espécie de panaceia vindo superar as estreitezas e a miopia do conhecimento disciplinar ou indisciplinado [...] Por toda parte surge a exigência de, pelo menos, um diálogo ecumênico entre as várias disciplinas científicas. Porque ninguém mais parece entender ninguém [...]. Chegamos a um ponto que o especialista se reduz àquele que, à causa de saber cada vez mais sobre cada vez menos, termina por saber tudo sobre o nada (Japiassu, 1994, p.1).

Continuamos como em 1994, olhando apenas para as nossas caixas disciplinares, não buscando entender ninguém e tentando fazer uso da panaceia sem compreender o ponto de vista de onde devemos partir, para construir uma representação para uma situação-problema. Continuamos usando os “[...] ‘óculos’ de uma disciplina [...] para estudar os problemas em sua complexidade” (Japiassu, 1994, p.1).

O resultado da pesquisa bibliográfica realizada no contexto deste mestrado indica que apenas 11 trabalhos seguiram a sugestão de Japiassu (1994) para construir ilha de racionalidade sobre situações concretas, praticando a interdisciplinaridade e contribuindo para que a população se torne científica e tecnologicamente alfabetizada (Japiassu, 1994).

O diálogo como ferramenta para a prática interdisciplinar é destacado também pelo autor de LD06, entretanto, não identificamos explicitamente a indicação de um referencial específico. Segundo o autor:

Entendemos por interdisciplinaridade a interação entre diferentes disciplinas que, embora mantendo a identidade própria, dialogam entre si e ampliam os olhares sobre a realidade problematizada. [...] a articulação de diferentes disciplinas favorece o desenvolvimento de conceitos, competências e habilidades em comum e um olhar ampliado sobre as problematizações. A abordagem interdisciplinar amplia as possibilidades de contextualização do currículo escolar ao possibilitar que os conteúdos escolares sejam ressignificados em um campo do conhecimento, com tempo e espaço definidos (Waldhelm, 2020, p. VIII).

O entendimento de interdisciplinaridade como interação entre diferentes disciplinas remete às concepções obtidas na abertura da caixa preta de Santomé (1998), que argumenta que

[...] a interdisciplinariedade implica em uma vontade e compromisso de elaborar um contexto mais geral, no qual cada uma das disciplinas em contato são por sua vez modificadas e passam a depender claramente umas das outras. Aqui se estabelece uma interação entre duas ou mais disciplinas, o que resultará em intercomunicação e enriquecimento recíproco e, conseqüentemente, em uma transformação de suas metodologias de pesquisa, em uma modificação de conceitos, de terminologias fundamentais, etc. (Santomé, 1998, p. 72).

Podemos relacionar a noção que as disciplinas mantêm sua identidade própria com o entendimento de Maingain, Dufour e Fourez (2008), que defende que cada especialista disciplinar reconhece sua contribuição no trabalho final, uma vez que o conhecimento de nenhuma disciplina é descaracterizado.

Em LD08, os autores baseiam-se em Edgar Morin em seu trabalho intitulado Os sete saberes necessários à educação do futuro, publicado em 2003, ao defender que a interdisciplinaridade pressupõe a relação entre diferentes áreas do conhecimento.

A interdisciplinaridade pressupõe uma relação entre diferentes áreas do conhecimento, de tal maneira que elas dialoguem entre si, acolhendo contribuições mútuas, sem hierarquia ou juízo de valores. [...] Não se trata apenas de somar conhecimentos, mas, como diz Edgar Morin, de uma organização e reconhecimento dos pontos essenciais que compõem cada tipo de conhecimento, de tal forma que cada um colabore com o outro, rompendo assim as separações entre as diferentes áreas. [...] Por meio dos Projetos, os alunos poderão perceber que as fronteiras entre os saberes tendem a ser diluídas, levando-os a ter uma compreensão crítica e reflexiva dos fenômenos que os cercam (Lima, Campos e Moraes, 2020, p. 208).

A concepção de relação entre diferentes áreas do conhecimento, aproxima-se do proposto por Maingain, Dufour e Fourez (2008, p. 73), que assume que “construir uma representação interdisciplinar exige **uma aptidão** para ultrapassar as fronteiras disciplinares e para praticar certas formas de integração ou de articulação de disciplinas entre si”.

LD10 ancora-se em Regina Bochniak: Questionar o conhecimento: interdisciplinaridade na escola, ao afirmar que a interdisciplinaridade trabalha diferentes disciplinas em prol de um tema:

A Pedagogia de Projetos favorece o ensino interdisciplinar, integrando saberes. A interdisciplinaridade é uma prática que é compreendida como uma forma de trabalhar em sala de aula, na qual se propõe um tema com abordagens em diferentes disciplinas. É compreender, entender as partes de ligação entre as diferentes áreas de conhecimento, unindo-se para transpor algo inovador, abrir sabedorias, resgatar possibilidades e ultrapassar o pensar fragmentado (Carnevalle, 2020, p. VII).

Ressaltamos que Maingain, Dufour e Fourez (2008, p. 70) discordam da comparação de um ensino por temas ser semelhante ao processo interdisciplinar, afirmando que “[...] quando, no campo escolar, os professores concordam em trabalhar durante algumas semanas o tema [...] simultânea ou sucessivamente, em física, biologia” e outras disciplinas, eles estão realizando um projeto multidisciplinar ou pluridisciplinar.

LD12 relaciona a interdisciplinaridade com a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), referenciando William N. Bender (Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI). A autora, afirma que a integração de disciplinas variadas com as habilidades abordadas na ABP auxilia os professores a trabalharem conteúdos amplos e os estudantes a enxergarem conexões entre as áreas do currículo. Entende ainda que:

Pelo fato de os projetos proporem reflexão e atuação em problemas do mundo real, as situações de aprendizagem apresentadas permitem estabelecer relações entre conceitos, métodos e abordagens dos diferentes componentes curriculares da Educação Básica. Afinal, os desafios a que a realidade nos expõe não estão compartimentalizados em categorias de saberes. (Bezerra, 2020, p. 9).

Maingain, Dufour e Fourez (2008, p.71) defendem que “no quadro da interdisciplinaridade, a interação/interdependência entre as disciplinas vai além da importação de conceitos, metodologias, competências [...]”.

Os livros LD02 e LD07 mencionam integração de conhecimentos sem definir a interdisciplinaridade. No entanto, LD02 menciona que:

[...] a metodologia de aprendizagem fundamentada em projetos interdisciplinares apresenta-se como uma estratégia didática voltada à construção de saberes significativos, que agregam conhecimentos de diversos componentes curriculares e ativam os saberes em direção a questões relacionadas ao cotidiano do estudante e do mundo que o cerca. (Tronolone, 2020, p. 219).

A forma como o autor discorre sobre os saberes não possibilita identificar se está se referendo a saberes disciplinares ou “[...] conhecimentos propriamente declarativos (fatos, leis, princípios, teorias...) provenientes de diferentes campos disciplinares” (Maingain, Dufour e Fourez, 2008, p. 57).

O LD07, apesar de não explicar diretamente sobre a interdisciplinaridade, a menciona afirmando que resolver problemas reais se trata de uma tarefa integrada e, portanto, de uma abordagem interdisciplinar:

Por essa razão, quando neste livro falamos de Projetos Integradores, também estamos nos referindo à uma abordagem interdisciplinar, porque resolver problemas reais é uma tarefa integrada. A integração aqui é entre os estudantes e os diversos conhecimentos, competências e habilidades que estão envolvidos em um projeto (Machado, 2020, p. 205).

Maingain, Dufour e Fourez (2008, p. 71) salientam que “a prática interdisciplinar consiste numa abordagem integrada dos problemas”.

Nos livros LD04, LD09, LD11 e LD13 não identificamos nenhuma discussão sobre interdisciplinaridade ou integração de conhecimentos. O Quadro 10 sistematiza todas as indicações de referencial adotado e de conceito apresentado para as 13 obras.

Quadro 10: Discussão sobre Interdisciplinaridade ou Integração de Conhecimentos nas obras analisadas

Indicação	Referencial Indicado	Conceito Apresentado
LD01	Ivani Catarina Arantes Fazenda	A interdisciplinaridade depende basicamente de uma atitude. Nela a colaboração entre as diversas disciplinas conduz a uma “interação”, a uma intersubjetividade como única possibilidade de efetivação de um trabalho interdisciplinar.
LD02	-	A metodologia de aprendizagem fundamentada em projetos interdisciplinares apresenta-se como uma estratégia didática voltada à construção de saberes significativos, que agregam conhecimentos de diversos componentes curriculares e ativam os saberes em direção a questões relacionadas ao cotidiano do estudante e do mundo que o cerca.
LD03	Fernando Hernández- Hernández	A prática interdisciplinar considera a necessidade do diálogo entre o senso comum e o conhecimento científico nas mais diversas áreas, possibilitando o desenvolvimento de argumentos sólidos que contemplem as mais diversas disciplinas.
LD04	Não discute	-
LD05	Ivani Catarina Arantes Fazenda e Hilton Ferreira Japiassú	Para a interdisciplinaridade ocorrer efetivamente, deve haver cooperação e diálogo entre as disciplinas do conhecimento, a partir de uma ação coordenada. Pressupõe uma organização, uma articulação voluntária e coordenada das ações disciplinares orientadas por um interesse/objetivo comum.
LD06	Não explicita, mas consideramos as colocações próximas às de Jurjo Torres Santomé	Entendemos por interdisciplinaridade a interação entre diferentes disciplinas que, embora mantendo a identidade própria, dialogam entre si e ampliam os olhares sobre a realidade problematizada.

LD07	-	Quando neste livro falamos de Projetos Integradores, também estamos nos referindo à uma abordagem interdisciplinar, porque resolver problemas reais é uma tarefa integrada. A integração aqui é entre os estudantes e os diversos conhecimentos, competências e habilidades que estão envolvidos em um projeto
LD08	Edgar Morin	A interdisciplinaridade pressupõe uma relação entre diferentes áreas do conhecimento, de tal maneira que elas dialoguem entre si, acolhendo contribuições mútuas, sem hierarquia ou juízo de valores.
LD09	Não discute	-
LD10	Regina Bochniak	A interdisciplinaridade é uma prática que é compreendida como uma forma de trabalhar em sala de aula, na qual se propõe um tema com abordagens em diferentes disciplinas. É compreender, entender as partes de ligação entre as diferentes áreas de conhecimento, unindo-se para transpor algo inovador, abrir sabedorias, resgatar possibilidades e ultrapassar o pensar fragmentado.
LD11	Não discute	-
LD12	William N. Bender	Pelo fato de os projetos proporem reflexão e atuação em problemas do mundo real, as situações de aprendizagem apresentadas permitem estabelecer relações entre conceitos, métodos e abordagens dos diferentes componentes curriculares da Educação Básica. Afinal, os desafios a que a realidade nos expõe não estão compartimentalizados em categorias de saberes.
LD13	Não discute	-

Fonte: dados da pesquisa.

É notável que, dos 13 livros que propõem projetos integradores, apenas sete abordam diretamente o conceito de interdisciplinaridade. Desses, apenas LD01 e LD05 utilizam referenciais específicos de interdisciplinaridade para discuti-la. Em LD06, apesar de não haver indicação explícita de um referencial específico, evidenciamos o uso do termo interação (entre diferentes disciplinas) como palavra-chave do entendimento de Santomé (1998) sobre interdisciplinaridade. Enquanto isso, LD03, LD08, LD10 e LD12 utilizam referenciais especializados em outros temas para dialogar sobre interdisciplinaridade e LD02 e LD07 falam sobre integração de conhecimentos sem definir a interdisciplinaridade.

5.2 A interdisciplinaridade nos projetos integradores STEAM

Dos quatro temas integradores que são propostos pelas obras do PNLD 2021 para Projetos Integradores, Mediação de Conflitos, Mídiaeducação, Protagonismo Juvenil e STEAM, optamos por analisar os projetos de STEAM, por serem os projetos integradores que buscam integrar os conhecimentos das áreas de seu acrônimo, para compreensão e

resolução de problemas do mundo real, o que se aproxima da percepção de interdisciplinaridade de Maingain, Dufour e Fourez (2008).

A interconexão das disciplinas em função de um **contexto particular** e de um **projecto determinado**: tal é o traço mais específico de um processo interdisciplinar. As disciplinas são solicitadas e integradas com vista a construir um modelo original, em **resposta a uma problemática particular** (Maingain, Dufour e Fourez, 2008, p. 70).

Assim, foram analisados os projetos STEAM dos dois livros de Projetos Integradores do PNL D 2021 que discutem, explicitamente, a interdisciplinaridade segundo um referencial específico da área: LD01 e LD05. Discutimos se os referenciais adotados pelos autores das duas obras são considerados na proposição dos projetos, se as disciplinas são mobilizadas conforme os referenciais apontados e como esses referenciais aparecem na descrição dos projetos.

5.3 Projetos STEAM do Livro LD01

O livro LD01 apresenta dois projetos integradores de STEAM: As fotos que você nunca tirou com um smartphone e Sustentabilidade e meio ambiente. Ambos são divididos em 4 etapas: entenda a questão; aprofunde-se na questão; mãos à obra e espalhe por aí.

5.3.1 Projeto 01: As fotos que você nunca tirou com um *smartphone*

O projeto, esquematizado no quadro 11, propõe aos estudantes a construção de um microscópio usando um aparelho celular e defende que, por meio dos pôsteres e infográficos digitais, eles contribuirão com sua própria aprendizagem e a alfabetização científica da comunidade.

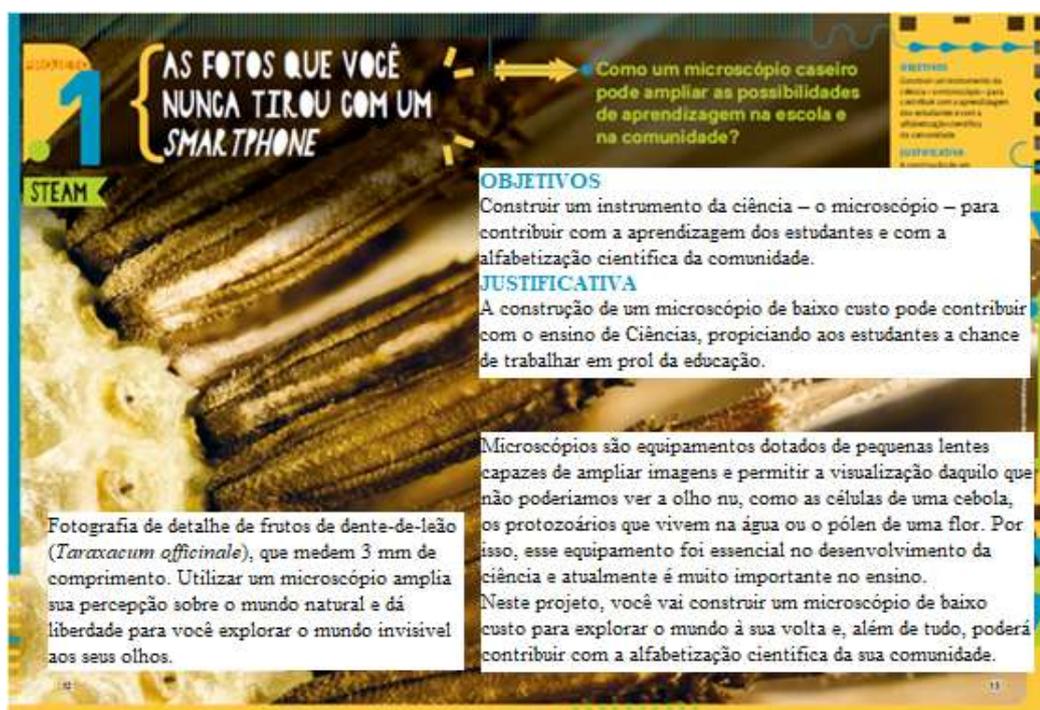
Quadro 11 – sistematização do projeto As fotos que você nunca tirou com um smartphone.

Tema	Microscopia.
Situação-problema	Como um microscópio caseiro pode ampliar as possibilidades de aprendizagem na escola e na comunidade?
Disciplinas Integradas	Física; Química; Biologia.
Objetivos	Construir um instrumento da ciência – microscópio – para contribuir com a aprendizagem dos estudantes e com a alfabetização científica da comunidade. Desenvolver o pensamento científico na construção do microscópio, na observação de amostras e na seleção de temas de relevância para a comunidade por meio de soluções simples, eficazes e integradas. Despertar o pensamento artístico dos estudantes por meio de atividades que integram os conteúdos de Ciência e de Arte.
Duração	Entre 20 e 28 aulas.
Produto Final	Microscópio caseiro construído com o <i>smartphone</i> e mostra de fotografia digital de Ciência e Arte.
Avaliação	Matriz de competências; Roda de conversa para avaliação coletiva.

Fonte: dados da pesquisa.

Na página de apresentação do projeto, indicada na Figura 9, temos a integração de informações visuais e escritas, de pelo menos duas caixas pretas, para apresentar a situação-problema, sua problematização e esclarecimentos sobre objetivos e justificativa para a realização do projeto. Instrumentos óticos como os microscópios são abordados como conhecimento disciplinar de física e de biologia.

Figura 9: Apresentação da situação-problema do projeto As fotos que você nunca tirou com um smartphone



FONTE 3: adaptado de Pugliese, 2020, p. 12-13.

Não são listados objetivos específicos, apenas é apontado que:

Por meio das perspectivas STEAM e [Ciência, Tecnologia Sociedade e Meio Ambiente] CTSA, este projeto busca desenvolver o pensamento científico na construção do microscópio, na observação de amostras e na seleção de temas de relevância para a comunidade por meio de soluções simples, eficazes e integradas. Além disso, busca despertar o pensamento artístico dos estudantes por meio de atividades que integram os conteúdos de Ciência e de Arte. (Pugliese, 2020, p. 196).

Não é detalhado, mas ao mencionar os conteúdos de ciências ele se refere a conhecimentos disciplinares escolares de física, biologia e química, da área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, integrados com o de Arte da área de Linguagens e suas Tecnologias.

No manual do professor, é indicado que, utilizando a imagem e o texto de abertura transcritos para melhor leitura na adaptação realizada na

Figura 9 apresentam a situação-problema e sua problematização. Nela descreve o instrumento óptico indicando exemplos de como pode ser empregado e no manual do professor lista questões para orientar uma discussão com os estudantes. Levanta hipóteses sobre o que farão no projeto, se já utilizaram um microscópio e como foi a experiência, do que fariam com esse aparelho, quais objetos gostariam de observar e se consideram interessante observar os seres vivos pela perspectiva do microscópio (caso a escola conte com o equipamento).

Buscando despertar a curiosidade dos estudantes, os questionam sobre a possibilidade deles mesmos construírem um aparelho desses e se conhecem a importância dos mesmos para a pesquisa e para o ensino.

Seguida a problematização, o autor descreve a perspectiva STEAM como um meio para desenvolver a criatividade para soluções eficientes e acessíveis às demandas atuais da sociedade, integrando os conhecimentos.

Uma das competências mais demandadas atualmente na sociedade é a criatividade para pensar em soluções eficientes e acessíveis. **Para ser criativo, é preciso saber utilizar os conhecimentos de uma forma integrada, buscando ideias de vários campos do conhecimento e aplicando-as em soluções autênticas. Uma forma de desenvolver isso é por meio de projetos STEAM, como este.** Mas por que unir todos esses componentes curriculares em um bloco só? Porque no mundo complexo em que vivemos não basta ter apenas um ponto de vista sobre os assuntos que nos cercam, uma só forma de resolver os problemas, nem mesmo conhecimentos que sirvam apenas em uma única situação. É preciso muita flexibilidade e criatividade para integrar esses conhecimentos. [...] Com um projeto STEAM, você vai se aproximar da mentalidade criativa e engajada com a criação de soluções para o seu dia a dia e o da sua comunidade (Pugliese, 2020, p. 14, grifo nosso).

O autor segue apresentando cinco elementos essenciais para um projeto com essas características: boas perguntas, bons problemas; mão na massa; conexão; aplicabilidade e ciência, tecnologia e sociedade.

1. Boas perguntas, bons problemas: STEAM parte de desafios e problemas. Quer começar? Faça boas perguntas e terá bons projetos.
2. Mão na massa: Seja proativo e produza! Nada de ficar esperando alguém dar a resposta pronta. Planeje, prototipe, teste, recicle e comece de novo! Com STEAM, você aprende estudando e construindo.
3. Conexão STEAM: parte do princípio de que os conteúdos e conhecimentos estão conectados entre si. Por isso, pensar em Biologia é também pensar em tecnologia. Pensar em Arte é também pensar em Matemática. Quem tem a mentalidade STEAM é flexível, trabalha em equipe e está pronto para lidar com qualquer situação.
4. Aplicabilidade: Melhor do que criar um produto, objeto ou projeto é fazer isso ser útil para as pessoas. Levantar e resolver problemas reais da comunidade faz parte do STEAM – entender de onde vêm esses problemas, também!
5. Ciência, tecnologia e sociedade: O que tudo isso tem em comum? Problematizar, analisar e contestar são essenciais no STEAM. É assim que se desenvolve o pensamento crítico e a preparação para lidar com os problemas globais. O profissional STEAM tem atitude responsável em relação aos problemas globais e tem uma visão crítica de sustentabilidade. STEAM ajuda a

desenvolver as competências e habilidades que a sociedade e o mercado de trabalho mais demandam atualmente. STEAM é uma forma de pensar o conhecimento, de atuar na sociedade e de aprender. (Pugliese, 2020, p. 15)

Na próxima seção, o autor apresenta um quadro com critérios e níveis de competências contemplados no decorrer da ação, o qual sugere que pode ser empregado para avaliação por parte do professor e como autoavaliação dos estudantes sobre sua participação no processo. Destaca que o quadro é apresentado no início do projeto para que os estudantes estejam cientes dos critérios pelos quais serão avaliados e o que é esperado dos mesmos quanto sua atuação no projeto.

As competências e os critérios englobam a construção do microscópio, os conceitos mobilizados para a compreensão do seu funcionamento, a problematização envolvida no processo, o engajamento da equipe e a produção dos produtos finais (pôsteres e mostra de arte). No *Quadro 12 – Competências e critérios relacionados a flexibilidade e resolução de problemas/ construção do microscópio* o autor explora a percepção dos estudantes sobre a sua flexibilidade e resolução de problemas para a construção do microscópio.

Quadro 12 – Competências e critérios relacionados a flexibilidade e resolução de problemas/ construção do microscópio

Nível 1	Nível 2	Nível 3
Meu grupo encontrou muitas dificuldades para construir o microscópio, pois não conseguiu pensar em alternativas e resolver problemas encontrados na prototipação. O microscópio é reutilizável, mas não é de fácil manuseio. O aparelho não consegue obter um bom foco de imagem.	Meu grupo encontrou soluções práticas para construir um microscópio reutilizável. Entretanto, o aparelho não consegue obter um bom foco da imagem. Os desafios encontrados não serviram de estímulo ao pensamento criativo, mas, sim, de barreiras que desestimularam o grupo a continuar.	Meu grupo encontrou uma solução eficiente e de baixo custo para a construção do microscópio. O aparelho é estável e fácil de ser operado, bem como pode ser utilizado várias vezes por outros estudantes. Os desafios encontrados na prototipação serviram de estímulo para a criatividade do grupo.

Fonte: Transcrito de Pugliese, 2020, p. 16.

Os níveis diferem em relação às percepções quanto as soluções práticas encontradas pelos estudantes frente às dificuldades na construção do protótipo, suas posturas quanto aos desafios encontrados, a facilidade do manuseio do microscópio e a qualidade do foco da imagem. No *Quadro 13* o autor versa sobre a percepção dos estudantes quanto a aprendizagem e conhecimento dos conceitos estudados e suas inter-relações.

Quadro 13 – Competências e critérios relacionados a aprendizagem e conhecimento/ conceitos e suas inter-relações

Nível 1	Nível 2	Nível 3
Não compreendi os princípios de funcionamento do aparelho, apenas consegui construí-lo ou não compreendi as aplicações práticas do microscópio. Não consegui ter ideia alguma sobre o que estava sendo observado no microscópio	Sei dizer como um microscópio funciona, mas ainda não sei bem como ele pode ser útil para a minha aprendizagem.	Sei dizer como um microscópio funciona e entendi muito bem quais são as possíveis aplicações do instrumento. Além disso, sei o que é preciso para obter um aparelho ainda melhor. Consigo obter boas amostras para serem observadas e consigo elaborar boas hipóteses sobre as amostras observadas.

Fonte: transcrito de Pugliese, 2020, p. 16.

Os níveis abordam a compreensão ou não dos princípios de funcionamento do microscópio e das suas aplicações práticas. Além disso, busca apontar se os estudantes são capazes de melhorar o aparato e o levantar hipóteses sobre as amostras observadas. No Quadro 14 o autor aborda o pensamento crítico e científico adquirido pelos estudantes quanto ao desdobramento da problematização.

Quadro 14 – Competências e critérios relacionados a Pensamento crítico e científico/ desdobramento da problematização

Nível 1	Nível 2	Nível 3
Vejo certa conexão entre a Biologia e a Física, mas preciso ainda entender como elaborar uma investigação científica utilizando um microscópio. Todavia, sei dar algum exemplo de aplicação do microscópio na Ciência ou no ensino.	Consegui estabelecer boas relações entre o que eu aprendi e o que eu já sabia. Percebo que uma investigação científica envolve várias áreas do conhecimento e saberia explicar para alguém como um microscópio pode ser usado na investigação, embora não consiga elaborar uma pesquisa utilizando-o.	Está claro para mim como Física, Química e Biologia se relacionam em uma investigação que utilize o microscópio. Saberá dar muitos exemplos e sinto-me capaz de realizar uma investigação e de elaborar boas perguntas para essa investigação.

Fonte 13: Transcrito de Pugliese, 2020, p. 16.

Os níveis diferem sobre o entendimento dos estudantes quanto à conexão das disciplinas (biologia, física e química) em uma investigação científica utilizando um microscópio, a capacidade de oferecerem exemplos de aplicação do aparato na ciência ou no ensino e de desenvolverem uma investigação científica. No *Quadro 15* o autor discute a colaboração e a proatividade dos estudantes no engajamento das equipes.

Quadro 15 – Competências e critérios relacionados a Colaboração e proatividade/ engajamento da equipe

Nível 1	Nível 2	Nível 3
Não houve trabalho em equipe ou a equipe não se mostrou preocupada em envolver todos os participantes. Houve muitos conflitos e alguns deles não foram saudáveis para o desenvolvimento do projeto e do relacionamento entre as pessoas.	A equipe se mostrou preocupada em envolver todos os participantes, mas não conseguiu trabalhar de modo colaborativo. Alguns conflitos não foram resolvidos de forma democrática e respeitosa.	A equipe se mostrou preocupada em envolver todos os participantes, bem como trabalhou de forma harmônica e respeitosa. Os diálogos foram estabelecidos de modo saudável e houve excelente entrosamento entre os participantes.

Fonte: Transcrito de Pugliese, 2020, p. 17.

Os níveis diferem em relação ao trabalho em equipe, à preocupação dos estudantes em envolver todos os integrantes do grupo no processo e ao gerenciamento dos conflitos de forma respeitosa e democrática. No Quadro 16 o autor trata da comunicação e argumentação dos estudantes para o desenvolvimento dos produtos: os pôsteres e a mostra de arte.

Quadro 16 – Competências e critérios relacionados a Comunicação e argumentação/ produto – pôsteres e mostra de arte

Nível 1	Nível 2	Nível 3
O grupo não produziu pôsteres digitais ou infográficos e imagens para a Mostra de Ciência & Arte ou o grupo apresentou as imagens e pôsteres de modo descontextualizado para o espectador.	A apresentação dos pôsteres digitais ou infográficos na Mostra de Ciência & Arte foi realizada, mas o grupo teve dificuldade em comunicar ao público as informações sobre ciência com linguagem acessível e atrativa.	A apresentação dos pôsteres digitais ou infográficos na Mostra de Ciência & Arte foi realizada com muita propriedade. O grupo apresentou com clareza as informações científicas nos pôsteres e se preocupou em buscar temas de interesse da comunidade, além de trazer um olhar ao mesmo tempo científico e artístico para as imagens apresentadas.

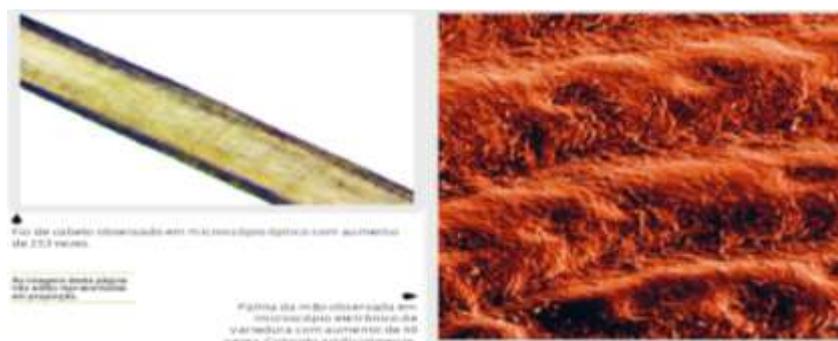
Fonte: Transcrito de Pugliese, 2020, p. 17.

Os níveis englobam a produção ou não dos pôsteres digitais ou infográficos para a mostra de Ciência e Arte e a contextualização e comunicação dos estudantes ao apresentarem seus produtos finais. O terceiro nível investiga o tema escolhido pelos estudantes, buscando apontar se ele é de interesse da comunidade e se os estudantes foram capazes de mesclar um olhar científico e artístico às imagens apresentadas.

Finalizada a etapa de negociação, o autor inicia o próximo tópico (relacione-se com o tema) questionando aos estudantes qual o menor objeto que o olho humano é capaz de notar. Em seguida aponta que “o olho humano não consegue, por exemplo, enxergar algo menor do que 0,01 cm (espessura aproximada de um fio de cabelo ou o diâmetro aproximado de um grão de areia), nem distinguir uma distância menor do que 0,2 mm” (Pugliese, 2020, p. 18).

O tópico segue apresentando um conjunto de questões que podem ser empregadas para orientar a reflexão dos estudantes sobre o projeto: O que conseguimos fotografar com a câmera do celular? E com um microscópio? Sugere ainda que os estudantes testem a resolução da câmera do seu aparelho celular, fotografando fios de cabelo, poros da pele, ponta de caneta esferográfica e tricomas de grama e comparem as imagens com as apresentadas no livro, como as representadas na *Figura 10*.

Figura 10: Representações indicadas na etapa 01 do Projeto 1 do LD01



Fonte: Pugliese, 2020, p. 18-19.

A seguir é apresentado um texto que aborda a diferença entre microscópio óptico e eletrônico.

Os microscópios são aparelhos que permitem visualizar estruturas que não conseguiríamos ver a olho nu; em outras palavras, eles aumentam o tamanho das imagens dos objetos. Outra grande vantagem dos microscópios é aumentar a capacidade de vermos detalhes do objeto. Essa vantagem se deve ao Limite de Resolução (LR), que é a distância mínima entre dois pontos em que podemos observá-los como pontos individualizados, ou seja, os microscópios permitem vermos detalhes de células eucarióticas, tecidos e microrganismos que a olho nu não veríamos. **A ordem de grandeza do LR a olho nu é de 0,2 mm, ou seja, dois pontos que estão a uma distância inferior a 0,2 mm são vistos apenas como um ponto**; já para o Microscópio Óptico (MO) o LR é de 0,2 μm e para o Microscópio Eletrônico (ME) o LR é de 0,2 nm. Resumindo, com os microscópios, conseguimos ver muito mais detalhes de um objeto do que quando visto a olho nu. Como exemplo, apenas um ponto observado ao olho nu, quando é visto ao microscópio óptico, percebemos que ele é formado por mil pontos menores e, se fosse visto ao ME, poderíamos enxergar um milhão de pontos no lugar daquele ponto visto a olho nu. (Pugliese, 2020, p. 21, grifo nosso).

No texto o estudante identifica informações, como a destacada na citação, que o ajuda a construir uma resposta para questões que lhe foram apresentadas no início do projeto. Além disso, essas informações contribuem para o entendimento dos estudantes quanto a finalidade do uso do microscópio.

A segunda etapa (aprofunde-se na questão) explica o funcionamento do microscópio óptico convencional e das lentes convergentes. Destacamos a apresentação

de conceitos disciplinares de física, cujo conhecimento científico é apresentado por meio do texto e da indicação para que os estudantes assistam à um vídeo sobre o funcionamento das lentes de aumento, com duração de pouco mais de três minutos, do canal do *youtube* Manual do Mundo. O vídeo demonstra com o uso de um *laser*, uma lente biconvexa e fumaça, que a luz é desviada por esse tipo de lente. Tal demonstração contribui para o entendimento, por parte dos estudantes, de como a imagem de um objeto pode ser ampliada.

Na terceira etapa, mãos à obra, os estudantes são orientados a formar grupos de cinco ou seis integrantes e adquirir uma lente convergente, conceito disciplinar discutido na etapa anterior.

A seguir, são apresentadas duas opções de *smart*-microscópio para os alunos construírem, que diferem, principalmente, em relação ao custo dos materiais e facilidade de montagem: o primeiro é mais acessível e necessita de materiais de baixo custo, indicado na *Figura 11*, enquanto o segundo modelo é mais sofisticado, propondo a construção de um suporte e utilizando materiais mais elaborados, como evidenciado na *Figura 12*.

Figura 11: Opção 1 de Smart-microscópio indicada na Etapa 03 do Projeto 1 do LD01

Modelo de smart-microscópio 1



Modelo de smart-microscópio.

Você vai precisar de

- ▶ 1 *smartphone* com câmera (lente ocular)
- ▶ 1 pedaço de espuma vinílica acetinada (EVA) de 3 cm × 3 cm e, no máximo, 1 mm de espessura
- ▶ 1 capa transparente de CD/DVD (mesa)
- ▶ 1 lente de caneta *laser* (*laser pointer*) ou lente para leitor de CD/DVD (lente objetiva)
- ▶ 1 baralho (regulador de foco)
- ▶ 2 livros (para usar de apoio)
- ▶ Lanterna (fonte de luz)
- ▶ Fita adesiva
- ▶ Tesoura

AUTOCUIDADO

■ Faça os experimentos sempre com a supervisão de um adulto.

Fonte: Pugliese, 2020, p. 26.

Figura 12: Opção 1 de *Smart-microscópio* indicada na Etapa 03 do Projeto 1 do LD01

Modelo de *smart-microscópio* 2

Você vai precisar de

- ▶ 1 *smartphone* com câmera (lente ocular)
- ▶ 3 parafusos de, no mínimo, 8 cm de comprimento
- ▶ 9 porcas que sirvam nos parafusos
- ▶ 2 porcas do tipo borboleta que sirvam nos parafusos
- ▶ 1 plataforma de madeira ou papelão firme para a base (sugerimos que tenha, aproximadamente, 2 cm × 18 cm × 18 cm).
- ▶ 1 plataforma de acrílico ou plástico para o celular de 0,3 cm × 18 cm × 18 cm (pode ser a capa de um CD/DVD).
- ▶ 1 plataforma de acrílico ou plástico para os objetos de 0,3 cm × 7,6 cm × 18 cm. Pode ser a capa de um CD/DVD (mesa)
- ▶ 1 lente de caneta *laser* ou de leitor de CD/DVD (lente objetiva)
- ▶ Lanterna (fonte de luz)
- ▶ Régua
- ▶ Tesoura
- ▶ Furadeira



Modelo de *smart-microscópio*.

CUIDADO

- Atenção: a furadeira deve ser utilizada somente por um adulto experiente no uso dessa ferramenta, pois a utilização inadequada pode causar acidentes.

Fonte: Pugliese, 2020, p. 28.

Dos dois modelos apresentados, consideramos o primeiro factível de ser construído em um contexto de sala de aula, por utilizar materiais de baixo custo e de fácil aquisição, enquanto o segundo, por demandar materiais de custo considerável (furadeira, plataforma de acrílico), pode não contemplar o poder aquisitivo de todos os estudantes, além de exigir, do professor, o manuseio dos equipamentos que apresentam risco aos adolescentes.

A seguir são oferecidas instruções de montagem para o primeiro modelo

Com ajuda da tesoura, faça com cuidado um furo no EVA com o mesmo diâmetro da lente do laser e encaixe-a no furo. Com a fita adesiva, cole a peça de EVA à lente do *smartphone*; preste atenção para que a lente fique perfeitamente alinhada com a câmera traseira. Coloque os dois livros em uma mesa, com um vão de 10 cm entre eles. Apoie a capa de CD/DVD aberta entre um livro e outro. Empilhe algumas cartas de baralho e, sobre elas, apoie o celular, com a lente virada para baixo. Para observar algum objeto, coloque-o entre a capa de CD/DVD e a lente. Para obter foco na imagem, aumente ou

retire algumas cartas da pilha. Se necessário, ilumine a amostra com a lanterna. (Pugliese, 2020, p. 26)

Seguindo essas instruções, acreditamos que os estudantes não enfrentariam grandes desafios para a montagem do primeiro modelo de *smart* microscópio. Para o segundo modelo, as instruções indicadas são:

Faça três furos na base de madeira formando um triângulo. Coloque um parafuso em cada um dos três furos feitos na base de madeira e prenda-os cada um deles com uma porca. Desmonte a capa de CD/DVD ou peça de acrílico e faça dois furos em uma das partes, de modo que ela possa ser encaixada em dois dos três parafusos fixados na base de madeira. Parafuse uma porca do tipo borboleta e, em seguida, uma arruela em cada um dos dois parafusos. Encaixe umas das partes da capa de CD/DVD ou peça de acrílico cortada e furada. Na outra parte da capa de CD/DVD ou peça de acrílico, faça três furos que coincidam com a distância entre os parafusos. Faça também um quarto furo do diâmetro exato da lente para encaixá-la. Encaixe a lente da caneta laser (laser pointer) ou do leitor de CD/DVD no furo designado a ela. Dica: a lente precisa entrar bem justa, caso contrário ela cairá. Encaixe uma porca no topo de cada parafuso fixado na base e, em seguida, apoie a segunda parte da capa de CD/DVD ou peça de acrílico com a lente. Apoie o celular com a câmera voltada para baixo e muito bem centralizada com a lente da caneta laser (laser pointer) ou do leitor de CD/DVD na peça de acrílico de cima. Apoie a amostra na base intermediária, logo abaixo da lente. Para regular o foco, basta girar as duas porcas do tipo borboleta. Se preciso, ilumine a amostra com a lanterna. (Pugliese, 2020, p. 28-29)

As instruções de montagem do segundo modelo de *smart* microscópio evidenciam sua complexidade: é necessário mais esforço, tempo e auxílio do professor para sua construção. Não consideramos esse modelo viável de ser desenvolvido em contexto de sala de aula.

É importante ressaltar que, em conjunto com essas instruções, o autor orienta os estudantes quanto ao material que é permitido para coleta, frisando que nenhum tipo de animal deve ser utilizado como amostra e que os espécimes vegetais, quando autorizados pelo professor, devem ser coletados com cuidado e responsabilidade.

Não manipule animais, nem mesmo um inseto! Pode ser perigoso e pesquisa com animais precisa ser aprovada por um comitê de ética. Antes de coletar qualquer espécime vegetal, consulte o professor: a coleta não é permitida em todos os lugares e nem todos os espécimes podem ser coletados. Caso não consiga um local permitido para coleta, ou não encontre a planta que gostaria de observar, é possível adquiri-la em uma feira livre ou floricultura. E o mais importante: não desperdice material vegetal; seja responsável e colete somente o necessário. (Pugliese, 2020, p. 27)

Sobre preparo e observação das amostras é apontado que, quanto mais plana e fina for a amostra, melhor será a sua visualização. Assim, o autor orienta que o professor deve auxiliar os estudantes com os cortes das amostras.

A próxima atividade da terceira etapa consiste em buscar temas de investigação que sejam pertinentes para a comunidade e que possam ser explorados com o *smart* microscópio. Para isso, os grupos devem buscar possíveis temas de interesse da sua comunidade que sejam possíveis de serem articulados como conteúdo científico e que despertem a curiosidade das pessoas quanto ao uso do microscópio.

O autor sugere cinco etapas para estruturar a produção dos conteúdos do tema selecionado.

1. Pensem em informações científicas que poderiam de alguma maneira beneficiar as pessoas ao seu redor em relação aos cuidados com saúde, alimentação, segurança no trabalho, saneamento ou outra questão relevante específica do local em que você vive.
2. Façam outro levantamento: De que maneiras vocês conseguiriam explorar esse tema com o *smart*-microscópio? Vocês conseguem coletar amostras e registrar fotografias que despertem um novo olhar das pessoas para esses temas?
3. Investiguem as amostras e busquem explicá-las em linguagem acessível e com informações relevantes. Façam um estudo sobre os mecanismos de funcionamento e sobre a estrutura daquilo que vocês estão observando.
4. Busquem curiosidades e fatos que vão despertar o interesse das pessoas sobre a imagem que vocês registraram.
5. Elaborem uma forma de apresentar as informações e as imagens para a sua comunidade. (Pugliese, 2020, p. 30)

Seguindo essas etapas, os estudantes deverão produzir pôsteres para divulgação do tema que escolherem, utilizando as imagens que produzirem. Para auxiliar esse processo, são apresentados dois exemplos de pôsteres, um sobre açúcar mascavo e outro sobre arroz integral e branco, como indicado na *Figura 13*.

Figura 13: Exemplo de pôster apresentado na Etapa 03 do Projeto 1 do LD01



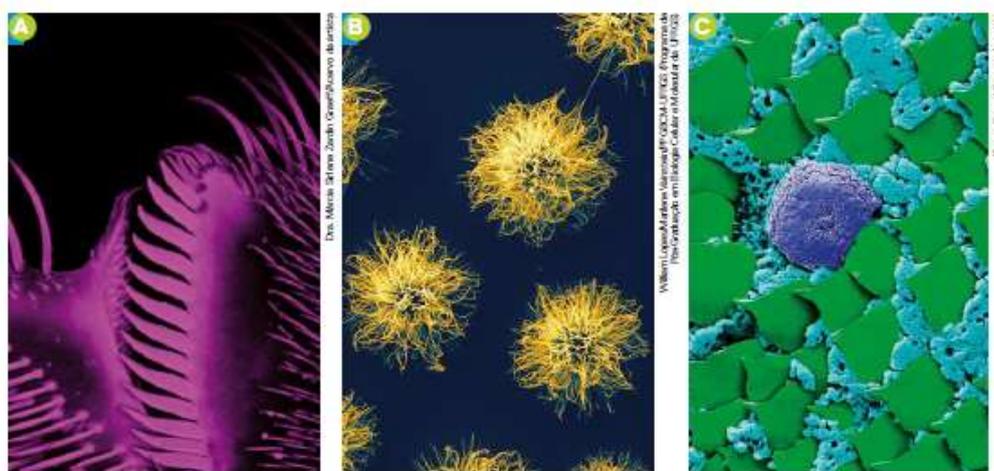
Exemplo de pôster sobre o açúcar cristalizado.

Exemplo de pôster sobre o arroz integral e o branco.

Fonte: Pugliese, 2020, p. 31.

Ainda na terceira etapa, segue a seção arte e ciência, que inicia apontando que “STEAM é uma mentalidade que pressupõe o conhecimento integrado, inclusive de Arte” (Pugliese, 2020, p. 32). O autor apresenta a relação entre arte e ciência por meio de imagens feitas com a utilização de microscópios, indicadas na *Figura 14*, e uma breve explicação sobre o tema.

Figura 14: Exemplo de fotografia artística apresentada na Etapa 03 do Projeto 1 do LD01



Na imagem **A**, detalhe de uma corbicula de abelha, estrutura onde é armazenado o pólen, que mede aproximadamente 1 mm. Na imagem **B**, células do fungo *Cryptococcus gatti* observado em um microscópio eletrônico com uma ampliação de aproximadamente 1000 vezes. Na imagem **C**, papilas gustativas e denticulos de um tubarão, observados em um microscópio eletrônico, com ampliação de aproximadamente 60 vezes.

Fonte: Pugliese, 2020, p. 32.

Os estudantes são solicitados a prepararem uma mostra de ciência e arte com toda a turma e, para isso, deverão, em grupo, fotografar elementos do próprio ambiente escolar a partir de pontos de vista diferentes, utilizando primeiramente o celular e em seguida o *smart*-microscópio para fotografar o mesmo elemento. O grupo deverá escolher as melhores fotos e editá-las caso queiram.

A quarta etapa, espalhe por aí, consiste na publicação dos resultados obtidos. Para isso, os grupos deverão apresentar seus resultados, publicar os pôsteres e realizar a mostra de ciência e arte. Por fim, é solicitado que os estudantes criem um *site* ou um perfil em alguma rede social, para toda a turma, para divulgarem suas produções, o projeto desenvolvido e a ciência envolvida no processo, visando impactar positivamente a vida das pessoas.

Neste momento, os estudantes são orientados a retomar o roteiro de auto avaliação e identificar os níveis e os descritores que melhor representem sua participação ao longo do projeto.

5.3.2 Análise do Projeto 01 do LD01

Quanto a finalidade do projeto, identificamos na descrição do objetivo, que está relacionado à construção do microscópio e a contribuição para alfabetização científica da comunidade. A primeira parte é possível de ser alcançada no ambiente escolar, enquanto a segunda é mais complexa, necessitando da sensibilização da escola e da comunidade para sua efetivação.

A situação-problema proposta pelo autor é denominada questão norteadora: como um microscópio caseiro pode ampliar as possibilidades de aprendizagem na escola e na comunidade? Ela gera um debate em torno do conhecimento disciplinar relacionado ao microscópio e seu emprego em um projeto integrador pautado na construção, na utilização de um aparato caseiro e na autoavaliação das competências transversais, por parte dos estudantes.

Consideramos que a questão aproxima-se do conceito de situação-problema proposto por Maingain, Dufour e Fourez (2008) considerando que, para ser respondida, necessita mobilizar conhecimentos disciplinares de pelo menos duas fontes. Ressaltamos que não identificamos no livro este ponto de vista, ele representa nossa reflexão sobre a proposta analisada e nosso entendimento sobre o referencial mais adequado para o contexto de sala de aula, em nosso contexto escolar.

Apesar do projeto instruir a elaboração de dois produtos finais, o *smart*-microscópio e a mostra de ciência e arte, pouca ênfase é dada à escolha do tema de investigação que os grupos deverão selecionar para coletarem as amostras que serão analisadas com o aparato. Não há instrução clara, na versão do aluno, quanto a como os estudantes devem levantar os temas de interesse da comunidade, sobre como coletar as amostras e analisá-las e como elaborarem os pôsteres e infográficos solicitados.

O manual do professor indica que os estudantes devem ser orientados a escolherem um tema para investigação no qual a utilização do microscópio trará alguma contribuição. Além disso, sugere “convidar o professor de Arte e o de Língua Portuguesa para apoiar na construção dos pôsteres e infográficos, uma vez que essas atividades envolvem um tipo de comunicação específica, com linguagem e design próprios” (Pugliese, 2020, p. 203).

Consideramos que, assim como na versão do aluno, essas instruções são vagas e insuficientes para orientar a escolha do tema. Caberia ao professor buscar opções de temas que sejam viáveis para os estudantes investigarem, algo que poderia ser sugerido pelo

próprio autor, mesmo considerando que o tema deve pautar-se nas necessidades da comunidade em que a escola está inserida.

Além disso, o manual do professor sugere que cabe ao mesmo orientar fontes de pesquisa confiáveis para que os estudantes conduzam suas pesquisas sobre o tema escolhido para a elaboração dos pôsteres, mas não sugere nenhuma fonte específica. Menciona que “é preciso garantir que encontrem fontes confiáveis e informações corretas para elaborarem seus produtos, o que é próprio do pensamento científico, trabalhado na competência geral 2” (Pugliese, 2020, p. 203-204)

Ainda considerando a elaboração dos pôsteres, salientamos que o autor não menciona nada acerca da avaliação dos mesmos antes que a apresentação seja realizada à comunidade, nem mesmo no manual do professor.

Quanto ao primeiro produto final, o *smart*-microscópio, é louvável que sejam apresentadas duas opções de modelo, pois o estudante tem a possibilidade de escolher a versão que mais se aproxima da sua realidade e das suas condições financeiras. No entanto, é preciso destacar que o manual do professor sugere que ele priorize a montagem da segunda opção “por ser mais durável, para que os equipamentos possam ser reutilizados por outras turmas e doados para o laboratório da escola” (Pugliese, 2020, p. 202).

Além disso, no manual do professor, é recomendado que o mesmo monte, previamente, pelo menos um dos modelos, para que, segundo o autor, ele possa orientar os estudantes com mais propriedade, tendo já superado os desafios que podem surgir e, também, contar com um modelo pronto para demonstração em sala.

Quanto ao segundo produto final, a mostra de ciência e arte na qual os estudantes deverão apresentar os pôsteres que produziram utilizando as imagens obtidas com o aparato produzido, o manual do professor indica que

Quando os estudantes forem fotografar os objetos utilizando o microscópio, estimule-os sempre a observar todos os detalhes da imagem e procurar entender o que estão observando: as estruturas, como podem ter sido formadas, por que elas aparecem daquela forma no microscópio, do que elas são feitas e, se for um tecido vegetal, qual é a função delas no organismo, por exemplo. Portanto, estamos falando de estimular o estudante a utilizar uma perspectiva artística, mas também de curiosidade científica. Este é o momento de eles reconhecerem o microscópio também como um instrumento de expressão artística. Deixe-os livres para editar as imagens como desejarem, pois elas podem ser apenas geradoras de um pensamento artístico que necessita de espaço para se desenvolver (Pugliese, 2020, p. 204).

Quanto a apresentação dos pôsteres, infográficos e imagens produzidas pelos estudantes, o professor é orientado a auxiliar a turma a construir um perfil em uma rede

social ou site. Caberá aos grupos o gerenciamento das postagens e interação com visitantes das páginas. O manual do professor frisa que, neste momento “além de continuar a interação com os grupos que vêm trabalhando ao longo do projeto, os estudantes dividirão as decisões com toda a turma. Portanto, é uma oportunidade para integração, trocas e valorização do trabalho coletivo” (Pugliese, 2020, p. 204).

Compreendemos esse projeto como teórico e prático: teórico no sentido em que pede para os estudantes busquem informações nos textos e no vídeo para construir ou reconstruir o conhecimento que possuem sobre microscópio e suas aplicações. Ele é ao mesmo tempo prático, pois os estudantes são solicitados a distribuir informações sobre o que estudaram para outros destinatários.

5.3.3 Projeto 02: Sustentabilidade e meio ambiente

O segundo projeto propõe um percurso. Primeiro, os estudantes são incentivados a se conscientizar sobre os problemas do lixo e da sustentabilidade. Em seguida, eles são convidados a estudar e compreender ideias, analisar dados e entender os problemas ambientais associados ao descarte do lixo. Em terceiro lugar, eles devem considerar métodos de intervenção local, particularmente no que diz respeito à escola. Por fim, eles são incentivados a aplicar estratégias. O quadro abaixo sistematiza as informações gerais do projeto, que serão discutidas a seguir.

Quadro 16: Projeto Sustentabilidade e meio ambiente

Tema	Sustentabilidade e objetivos globais de desenvolvimento.
Situação-problema	Como produzir riqueza a partir do lixo?
Disciplinas Integradas	Física; Química; Biologia.
Objetivos	Desenvolver uma postura sustentável diante da produção e descarte do lixo, considerando questões ambientais e de consumo.
Duração	Entre 26 e 34 aulas.
Produto Final	Plano de gestão eficiente e sustentável do lixo para a escola.
Avaliação	Matriz de competências; Roda de conversa para avaliação coletiva.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Se inicia, como indicado na *Figura 15*, apresentando a questão norteadora: é possível produzir riqueza a partir do lixo? O propósito dessa questão, como indicado no manual do professor, é abordar um aspecto paradoxal: a possibilidade de transformar objetos como garrafas pet e lâmpadas queimadas, que são geralmente descartados como lixo, e, portanto, considerados inúteis e indesejáveis, em riqueza. A riqueza a qual o autor

se refere deve ser entendida como uma fonte de soluções eficiente para resolver os problemas de sustentabilidade.

Figura 15: Capa do Projeto 2 do LD01



Fonte: adaptado de Pugliese, 2020, p. 112-113.

Na *Figura 15*, além da apresentação da questão norteadora, temos a integração de informações visuais e escritas para apresentar o objetivo do projeto, sua problematização e justificativa para sua realização.

Além do objetivo apresentado no *Quadro 16*, o LD01 aponta outro na seção manual do professor: “espera-se que os estudantes sejam capazes de elaborar um plano de gestão eficiente e sustentável do lixo na escola e colocá-lo em prática, trazendo benefícios à comunidade escolar e ao meio ambiente” (Pugliese, 2020, p. 235).

Os objetivos mencionados diferem quanto a sua natureza. O primeiro, indicado aos estudantes no início do projeto, refere-se ao desenvolvimento de uma postura, algo subjetivo, enquanto o segundo, apontado no manual do professor, refere-se a ações práticas, solicitando aos estudantes a elaboração do plano de gestão e sua aplicação no contexto escolar.

A primeira etapa (entenda a questão) promove uma discussão sobre lixo, sustentabilidade, riqueza e desenvolvimento sustentável. Defende que “apesar de não existir uma definição única da expressão desenvolvimento sustentável, podemos entendê-

la como um equilíbrio entre o desenvolvimento e o uso de recursos” (Pugliese, 2020, p. 114).

É pontuado ainda que “uma das questões mais preocupantes em relação à sustentabilidade é produção, acúmulo e destinação do lixo” (Pugliese, 2020, p. 115). Por isso, é apresentado um quadro, transcrito abaixo, com estimativas acerca da produção de lixo, plástico, lixões, destinação do lixo, reciclagem e custo anual com tratamento para indivíduos infectados em lixões:

A produção mundial de plástico aumentou exponencialmente de 2,3 milhões de toneladas em 1950 para 162 milhões em 1993 e 448 milhões em 2015. Em todo o mundo, quase um milhão de garrafas plásticas de bebidas são vendidas a cada minuto. Mais de 40% do plástico produzido é usado apenas uma vez e depois jogado fora. O Brasil tem quase 3 mil lixões funcionando em 1 600 cidades. Por lei, todos os lixões do Brasil deveriam ter sido fechados até 2014. O Brasil gasta R\$ 3 bilhões por ano com o tratamento de saúde de pessoas que ficaram doentes por causa da contaminação provocada pelos lixões. Cada brasileiro gerou 378 kg de lixo no ano de 2017, um volume que daria para cobrir um campo e meio de futebol. Quase metade das 5 570 cidades brasileiras não tem um plano integrado para o manejo do lixo. Alguns países conseguem fazer com que só 1% do lixo vá para aterros, enquanto, no Brasil, 97% do lixo é destinado a aterros sanitários. Menos de 1,5% do lixo produzido é reciclado no Brasil. Esse é um dos menores índices e bem abaixo da média global de reciclagem plástica, que é de 9%. O Brasil é o 4o país que mais produz lixo no mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, da China e da Índia. Segundo um levantamento do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), o Brasil deixa de ganhar 8 bilhões de reais com reciclagem de resíduos a cada ano. A gente está literalmente enterrando riqueza (Pugliese, 2020, p. 115).

Seguidas dessas estimativas, são apresentadas algumas questões:

É possível repensar a forma de lidar com o lixo e enxergá-lo como uma fonte de riqueza? É possível compreender que não faz sentido destinar a aterros sanitários, jogar em lixões a céu aberto ou espalhar pelo ambiente todo o lixo que produzimos? Há um grande custo de matéria-prima e energia para produzir os bens de consumo que, depois de utilizados, simplesmente se tornam lixo? (Pugliese, 2020, p. 115)

O manual do professor indica que, por meio dessas questões, os estudantes devem ser incentivados pelo professor a dialogar sobre: suas concepções cotidianas sobre sustentabilidade; seu conhecimento sobre as estimativas apresentadas; se essas estimativas são surpreendentes; se cuidam do descarte e separação do lixo em suas residências; se acompanham o descarte do lixo de seus bairros e se são capazes de reconhecer problemas relacionados ao descarte do lixo.

Em seguida discute-se as bases do pensamento sustentável utilizando um infográfico que aborda aspectos da sustentabilidade, como a importância de cada indivíduo assumir uma postura sustentável, a concepção do lixo ser também uma questão política, a lógica de produzir para descartar, a ideia equivocada que a ciência e a

tecnologia vão resolver os problemas ambientais e a postura dos indivíduos quanto ao impacto ambiental causado pela atividade humana.

Na próxima seção (vamos falar de avaliação) o autor apresenta um quadro com critérios e níveis de competências contemplados no decorrer da ação, o qual sugere que pode ser empregado para avaliação por parte do professor e como autoavaliação dos estudantes sobre sua participação no processo.

As competências e os critérios englobam a aprendizagem e conhecimento dos conceitos e suas relações, o pensamento crítico e científico acerca do desdobramento da problematização, a colaboração e o diálogo para o engajamento da equipe e a comunicação e apresentação referente ao produto final, o plano de gestão do lixo. No *Quadro 12* o autor explora a percepção dos estudantes sobre sua aprendizagem e conhecimento quanto aos conceitos e suas inter-relações.

Quadro 17 – Competências e critérios relacionados a aprendizagem e conhecimento/Conceitos e suas inter-relações

Nível 1	Nível 2	Nível 3
Não compreendi o significado e a importância do pensamento sustentável. Acredito que preciso estudar mais o impacto do lixo no meio ambiente.	Compreendo o impacto no ambiente e as propriedades de alguns resíduos de forma suficiente para que eu adote uma postura sustentável e consciente em minhas escolhas e ações.	Sou capaz de informar as pessoas sobre as formas adequadas de descarte de lixo e sobre os riscos que cada resíduo traz à saúde e ao meio ambiente, pois consigo identificar a propriedade de alguns resíduos e a forma como são produzidos.

Fonte 17: Transcrito de Pugliese, 2020, p. 117.

Os níveis abordam a compreensão ou não do significado e importância do pensamento sustentável, as propriedades de alguns resíduos e seu impacto no meio ambiente. Para o último nível, o estudante deve ser capaz de divulgar o seu conhecimento sobre o tema. No *Quadro 18* o autor versa sobre o pensamento crítico e científico dos estudantes para o desdobramento da problematização.

Quadro 18 – Competências e critérios relacionados ao pensamento crítico e científico/desdobramento da problematização

Nível 1	Nível 2	Nível 3
Não está claro para mim por onde começar a resolver os desafios que o lixo traz em minha comunidade, pois não reconheço que eu tenha desenvolvido uma postura científica de investigação para lidar com esses desafios.	Consigo trabalhar com conhecimentos científicos e informações que obtive por meio das pesquisas e atividades ao longo do projeto, mas não consegui transformar esse conhecimento em um plano de gestão do lixo que pudesse ser eficaz e voltado para a melhoria de minha comunidade.	Está claro para mim como elaborar um plano de gestão do lixo, considerando os desafios e as limitações locais. Consegui me basear em conhecimentos científicos e informações que obtive por meio das pesquisas e atividades realizadas ao longo do projeto para construir o plano de gestão do lixo.

Fonte 18: Transcrito de Pugliese, 2020, p. 117.

Os níveis diferem quanto à capacidade do estudante de encontrar soluções para resolver o problema do lixo em sua comunidade. O primeiro nível indica que o estudante não considera ter desenvolvido uma postura científica investigativa para lidar com os desafios da questão. O segundo nível aponta que o estudante consegue trabalhar os conceitos necessários, mas não é capaz de desenvolver um plano de gestão eficiente. No último nível, o estudante mobiliza o conhecimento científico para a produção de um plano de gestão eficiente. No Quadro 19 o autor aborda a colaboração e o diálogo para o engajamento da equipe.

Quadro 19 – Competências e critérios relacionados a Colaboração e diálogo/ Engajamento da equipe

Nível 1	Nível 2	Nível 3
Não houve trabalho em equipe ou a equipe não se mostrou preocupada em envolver todos os participantes. Houve muitos conflitos e alguns deles não foram saudáveis para o desenvolvimento do projeto e do relacionamento entre as pessoas.	A equipe mostrou-se preocupada em envolver todos os participantes, mas não conseguiu trabalhar de modo colaborativo. Alguns conflitos não foram resolvidos de forma democrática e respeitosa.	A equipe mostrou-se preocupada em envolver todos os participantes, trabalhou de forma harmônica e respeitosa. Os diálogos foram estabelecidos de modo saudável e houve excelente entrosamento entre os participantes.

Fonte: Transcrito de Pugliese, 2020, p. 117.

Os níveis diferem em relação ao trabalho em equipe, à preocupação dos estudantes em envolver todos os integrantes do grupo no processo e ao gerenciamento dos conflitos de forma respeitosa e democrática. No *Quadro 23* o autor discute a comunicação e a apresentação do produto final, o plano de gestão do lixo.

Quadro 20 – Competências e critérios relacionados a Comunicação e apresentação/Produto final – plano de gestão do lixo

Nível 1	Nível 2	Nível 3
O grupo não produziu um plano de gestão do lixo, ou sua elaboração não foi feita com base nas necessidades da escola e em diálogo com a administração da escola.	O grupo teve dificuldade em elaborar um plano de gestão voltado para as necessidades específicas da escola, mas conseguiu dialogar com a administração da escola ou com a turma para torná-lo viável.	O grupo conseguiu elaborar um plano de gestão que gera impacto efetivo na produção de lixo na escola. Além disso, dialogou com a administração da escola para discutir a execução do plano de gestão do lixo.

Fonte: Transcrito de Pugliese, 2020, p. 117.

Os níveis englobam a produção ou não do plano de gestão do lixo. O terceiro nível discute se o plano é capaz de gerar um impacto efetivo na produção de lixo da escola e se houve diálogo com a administração da escola para discutir sua implantação.

Ainda na primeira etapa, o tópico relacione-se com o tema propõe a primeira atividade, que deverá ser desenvolvida no decorrer de várias semanas, para determinar o

volume de lixo, orgânico e seco, produzido na residência de cada aluno. Para tanto, o autor do LD01 fornece um instrumento para coleta de dados de modelo e instruções para o cálculo do volume, conforme indicado na Figura 16.

Figura 16: Atividade proposta na Etapa 01 do Projeto 02 do LD01

DIA DA SEMANA/ ESTUDANTE	SEG.		TER.		QUA.		QUI.		SEX.		SÁB.		DOM.		ACUMULADO DA SEMANA
	Org*	Seco	Org	Seco											
TIPO DE LIXO															Z
ESTUDANTE A	2**	2	2	2	2	2	2	2							z
ESTUDANTE B	2	2	2	2	2	2	2	2							z
TOTAL	x	y	x	y	x	y	x	y							z

* Org. = orgânico ** Valores dados em litros. Dados fictícios.

Fonte: Pugliese, 2020, p. 118.

Para completarem o modelo indicado, são oferecidas as seguintes instruções

Para começar, vamos pensar na forma e no tamanho do lixo descartado. Todos os dias, antes de destinar o lixo para o caminhão de recolhimento de resíduos ou para o destino habitual, anote o volume aproximado de descartes produzido. Como se trata de um experimento, evite interferir nos hábitos das pessoas que moram com você. Espera-se obter valores medidos em uma semana típica. [...] É fundamental calcular o volume dos recipientes usados para armazenar o lixo no lugar em que você mora. Meça as dimensões das lixeiras ou dos sacos de lixo utilizados para, então, calcular o volume de lixo gerado em cada dia. É necessário ter cuidado ao medir o lixo produzido no lugar em que você mora. Para fazer as medidas, peça a ajuda de um adulto. Utilize luvas de proteção para evitar riscos de contaminação e tenha cautela com vidros quebrados e outros objetos cortantes que podem ser encontrados nas lixeiras. Agora, some os valores das medições do total de lixo produzido e divida pelo número de pessoas que habitam o mesmo lugar que você para obter o valor de quanto de lixo cada um gera, em média (Pugliese, 2020, p. 118).

Apesar das instruções oferecidas, o conceito de volume e a forma de se calculá-lo não são explicitados. A seguir os estudantes são desafiados a diminuir o volume de lixo de sua residência pela metade, com a estratégia que acharem mais pertinente, e completarem novamente o modelo com os resultados obtidos.

Por fim, visando aprofundar a compreensão dos estudantes sobre o tema, são oferecidos dois textos para leitura: como e por que separar o lixo, e reciclar é bom, mas reduzir o volume de resíduos é ainda melhor. O primeiro discute os resíduos recicláveis indicando que

[...] É reciclável todo o resíduo descartado que constitui interesse de transformação de partes ou o seu todo. Esses materiais poderão retornar à cadeia produtiva para virar o mesmo produto ou produtos diferentes dos originais. Por exemplo: Folhas e aparas de papel, jornais, revistas, caixas,

papelão, PET, recipientes de limpeza, latas de cerveja e refrigerante, canos, esquadrias, arame, todos os produtos eletroeletrônicos e seus componentes, embalagens em geral e outros. Como separar o lixo doméstico? Não misture recicláveis com orgânicos – sobras de alimentos, cascas de frutas e legumes. Coloque plásticos, vidros, metais e papéis em sacos separados. Lave as embalagens do tipo longa-vida, latas, garrafas e frascos de vidro e plástico. Seque-os antes de depositar nos coletores. Papéis devem estar secos. Podem ser dobrados, mas não amassados. Embrulhe vidros quebrados e outros materiais cortantes em papel grosso (do tipo jornal) ou coloque-os em uma caixa para evitar acidentes. Garrafas e frascos não devem ser misturados com os vidros planos. O que não vai para o lixo reciclável? Papel-carbono, etiqueta adesiva, fita-crepe, guardanapos, fotografias, filtro de cigarros, papéis sujos, papéis sanitários, copos de papel. Cabos de panela e tomadas. [...]. Espelhos, cristais, cerâmicas, porcelana. Pilhas e baterias de celular devem ser devolvidas aos fabricantes ou depositadas em coletores específicos. [...] (Pugliese, 2020, p. 120).

Já o segundo texto discute formas de diminuir a quantidade de resíduos produzida

Mas o fato é que, quando nos “livramos” desse lixo, ele não deixa de existir. Ele terá que ser recolhido, destinado, tratado e, se for possível, ao menos parte dele, reciclado. [...] Assim, diminuir a quantidade de resíduos que produzimos é essencial e começa antes mesmo da hora da compra. Veja a seguir as nossas dicas práticas para conseguir fazer essa redução: Mais da metade dos resíduos domiciliares no Brasil (51,4%, segundo a Abrelpe) são de material orgânico, composto basicamente de alimentos desprezados. Para evitar esse desperdício de alimentos, o primeiro passo é planejar o cardápio semanal: antes de ir ao mercado ou à feira, verifique o armário e a geladeira e faça uma lista de compras com base no que é realmente necessário para cumprir o planejado no cardápio. Inclua sementes, cascas, talos e folhas nas receitas. São partes dos alimentos que costumam ser desprezadas, mas que contêm grande quantidade de nutrientes, por vezes mais do que a parte do alimento que é usada. Dá para fazer bolos, pudins, sucos, pães, molhos e geleias com o uso integral dos alimentos. Faça a compostagem de resíduos orgânicos (resto de alimentos e folhas, por exemplo), [o que] permite transformar esse material, que iria se acumular nos aterros, em adubo, útil para jardinagem e agricultura. [...] Ao passar pelo caixa para pagamento, pense se você realmente precisa aceitar uma sacola ou uma embalagem a mais. Muitas vezes, elas são entregues automaticamente aos consumidores sem necessidade e são usadas somente uma vez! Dê preferência a produtos duráveis e evite os descartáveis: quanto mais tempo um objeto puder ser aproveitado, melhor, pois mais tempo levará para ser descartado, reduzindo desta forma os resíduos gerados. Proporcione uma vida longa aos produtos que você compra: cuide bem do produto e pense em formas de consertar aquilo que quebrou ou estragou. Reflita antes de fazer uma compra [...] (Pugliese, 2020, p. 121).

Ambos os textos buscam sensibilizar os estudantes quanto a sustentabilidade em relação ao lixo. Discutem a importância de separar o lixo doméstico para que ele possa ser de fato reciclado e a noção de que o problema do lixo não será resolvido apenas com a separação e descarte corretos, mas sim com a diminuição da quantidade gerada.

A segunda etapa (aprofunde-se na questão) inicia-se questionando os estudantes se eles sabem por que diferentes materiais (como pilhas, baterias, latas de tinta, isopor,

agrotóxicos, lixo eletrônico e óleo) devem ser descartados em locais específicos. Segue apontando que

Pilhas, baterias e tintas apresentam em sua composição metais pesados e tóxicos, como cádmio, chumbo, mercúrio, entre outros. Já esmalte, acetona, verniz e outros solventes contidos em tintas podem apresentar substâncias como benzeno e formaldeído, substâncias cancerígenas. O óleo de cozinha e o óleo industrial, por sua vez, são compostos insolúveis em água. [...] o descarte desses materiais pode prejudicar o meio ambiente, por isso é necessário que sejam descartados em recipientes próprios e destinados a locais que façam a triagem e o processamento correto (Pugliese, 2020, p. 122).

Esse tópico serve de abertura para a discussão de conceitos específicos relacionados ao descarte desses tipos de materiais, que são apresentados em quatro textos diferentes. O primeiro (metais pesados) aborda os perigos da contaminação por metais pesados

O descarte inadequado de pilhas e baterias expõe o solo e corpos de água à contaminação por produtos tóxicos perigosos chamados metais pesados, como cádmio, chumbo, mercúrio, manganês, cobre, níquel, lítio, crômio e zinco. [...] esses metais apresentam propriedades que atraem as proteínas e as enzimas presentes no organismo. Eventualmente, eles se unem a essas moléculas, impedindo que funcionem, podendo levar o organismo à morte. Apesar disso, o organismo necessita de pequenas quantidades de alguns metais, como é o caso do cobre, que auxilia na absorção de vitamina C. [...] os metais pesados têm diferentes graus de toxicidade para o corpo humano. Os metais mais perigosos são: mercúrio, chumbo e cádmio. [...] em geral, as pessoas podem ser contaminadas por metais pesados pela ingestão de alimentos contaminados, contato com resíduos e inalação de vapores de metais em indústrias. (Pugliese, 2020, p. 123).

Enquanto o segundo texto (e o tal do isopor?) discute a utilidade do isopor *versus* seu impacto ambiental

[...] o isopor é um tipo de plástico e é reciclável. [...] Segundo a Associação Brasileira de Poliestireno Expandido (ABRAPEX), o EPS não contém quaisquer produtos tóxicos ou perigosos para o meio ambiente e sua produção é isenta de CFCs. [...] A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (EPA) encara essa substância com desconfiança. Após observar profissionais que têm contato diário com esse produto, a agência constatou que pessoas expostas ao estireno passaram a sofrer de problemas de saúde como dores de cabeça, depressão, perda auditiva e problemas neurológicos. [...] O tempo de decomposição do isopor é considerado indeterminado – alguns fabricantes indicam que o material não é biodegradável, não se desintegra, não desaparece no ambiente e não contém gás CFC. Ou seja, em tese, ele pode durar para sempre. Porém, por ser um derivado de plástico, ele tende a se degradar aos poucos. Se for descartado incorretamente, com o passar do tempo, no meio ambiente, o plástico do isopor tende a se quebrar, dando origem ao microplástico, que possui a capacidade de absorver compostos químicos tóxicos, como agrotóxicos, pesticidas e metais pesados, como mercúrio e chumbo, presentes principalmente nos rios, lagos e oceanos. Muitos animais como peixes, tartarugas, baleias e golfinhos confundem esse microplástico e pequenos pedaços de isopor com organismos marinhos – e acabam se “alimentando” deles. O resultado disso é a intoxicação não apenas dos animais marinhos, mas também de qualquer ser que se alimente deles, incluídos aí os

seres humanos que se alimentam desses animais posteriormente. [...] Sim, o isopor é reciclável. O principal problema para a reciclagem desse tipo de produto é a viabilidade econômica. De acordo com estudo realizado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), anualmente são consumidos cerca de 2,5 milhões de toneladas de isopor em todo o mundo. No Brasil, o consumo é de 36,6 mil toneladas, cerca de 1,5% do total. O isopor, além de levíssimo, ocupa um espaço muito grande, o que corrobora para seu baixo preço de venda na indústria da reciclagem. Ou seja, o isopor é reciclável, mas não é uma opção viável para catadores e cooperativas, o que na prática dificulta muito a sua reciclagem. Porém, existem pontos de descarte que aceitam isopor. O ideal é fazer um consumo consciente desse tipo de resíduo, evitando-o sempre que possível – assim como outros tipos de lixo plástico (Pugliese, 2020, p. 124).

O terceiro texto (o mundo do plástico em números) apresenta estatísticas e informações sobre a produção do plástico no mundo

“Plástico” é, na realidade, uma forma abreviada de “termoplástico”. [...] em 2015, mais de 320 milhões de toneladas de polímeros, excluindo fibras, foram fabricadas em todo o mundo. [...] quando outros materiais se tornaram escassos durante a Segunda Guerra Mundial, os pesquisadores procuraram polímeros sintéticos para preencher as lacunas. [...] cerca de 5% do petróleo ou gás natural produzido a cada ano é empregado para gerar plásticos. [...] a produção de polímeros sintéticos globalmente é dominada pelas poliolefinas – polietileno e polipropileno. No entanto, esses materiais têm sérias desvantagens: eles se degradam muito lentamente, o que significa que as poliolefinas sobreviverão no meio ambiente por décadas ou séculos. Nos oceanos e rios, a ação mecânica das ondas e do vento vai quebrando o plástico em micropartículas [...] (Pugliese, 2020, p. 125).

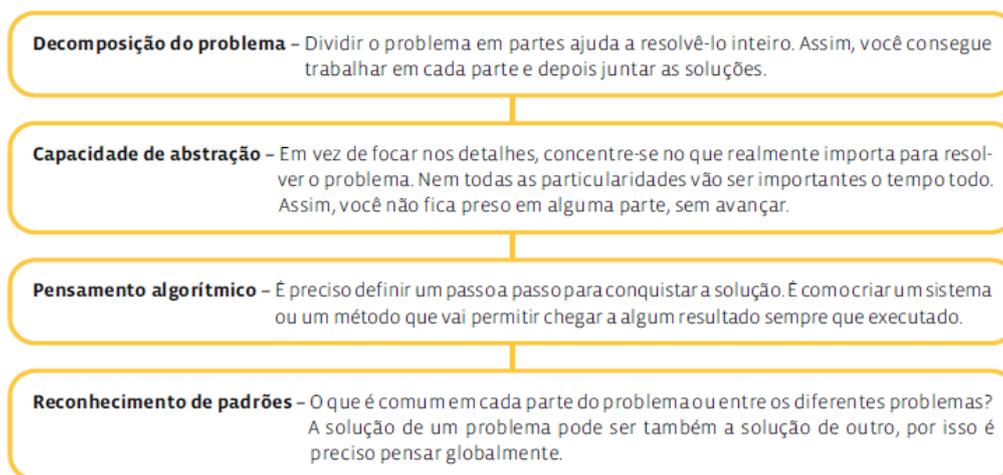
O quarto texto (e se você reciclasse todo o plástico que já foi jogado fora no mundo?) evidencia estatísticas alarmantes sobre o resíduo plástico presente no mundo

Cerca de 90,5% das 6,3 bilhões de toneladas métricas de resíduos plásticos produzidos desde o início da produção em massa, há cerca de 60 anos, estão agora espalhadas pelo planeta em aterros e oceanos ou foram incineradas. Se não mudarmos nossos caminhos, até 2050 haverá cerca de 12 bilhões de toneladas de resíduos plásticos. [...] Com base em um estudo de 2015 e em alguns cálculos aproximados, isso equivale a 7,2 trilhões de sacolas cheias de plástico a partir de 2018 [...] supondo que uma sacola de plástico tenha cerca de 30 cm de altura, se você empilhou as sacolas, poderia ir para a Lua e voltar 5 790 vezes [...] se você pudesse monetizar todo o lixo plástico que entope o ambiente – incluindo os 12% incinerados, poderia comprar algumas das maiores empresas do mundo [...] Em outras palavras, se alguém pudesse coletar e reciclar todo o plástico não reciclado da Terra, essa pessoa seria mais rica do que qualquer indivíduo do planeta. [...] (Pugliese, 2020, p. 126).

As informações apresentadas nesses quatro textos, acerca da ciência que envolve o descarte de alguns resíduos, a quantidade de lixo produzida e as questões econômicas relacionadas à reciclagem, são utilizadas para retomar a situação-problema (é possível produzir riqueza a partir do lixo?) para que o desafio do projeto seja apresentado: produzir um plano de gestão eficiente e sustentável do lixo na escola.

O autor propõe o estudo, além das questões de sustentabilidade e natureza do lixo já discutidas, das bases do pensamento computacional, pois defende que este se trata de “uma abordagem para identificar e resolver problemas por meio das seguintes habilidades: decomposição do problema, capacidade de abstração, pensamento algorítmico e reconhecimento de padrões” (Pugliese, 2020, p. 1 27). Para isso, apresenta o conceito de pensamento computacional por meio do esquema apresentado na *Figura 17*.

Figura 17: Esquema apresentado na Etapa 02 do Projeto 02 do LD01



Fonte: Pugliese, 2020, p. 127

O pensamento computacional é apresentado pelo autor como uma forma de abordar questões cotidianas e analisa-las baseando-se em habilidades típicas das Ciências da Computação.

A terceira etapa, mãos à obra, inicialmente visa embasar o plano de gestão e, para isso, solicita-se aos estudantes que realizem entrevistas com os profissionais que trabalham na escola sobre aspectos da produção de lixo no ambiente escolar. É oferecido um roteiro, com as seguintes questões

A escola separa o lixo orgânico do reciclável? A quantidade de lixo gerada diariamente é alta? A escola tem algum problema em relação ao descarte do lixo? Qual é o principal desafio da escola em relação ao lixo? Qual é o principal tipo de lixo que precisa ter seu descarte reduzido pelas pessoas da escola? Houve casos de contaminação ou descarte incorreto do lixo na escola? Vocês utilizam equipamentos de proteção individual adequados para realizar a limpeza da escola? Há coleta seletiva oferecida pela prefeitura no bairro onde a escola está instalada? Se há coleta seletiva, qual é o destino do lixo reciclável? O lixo reciclável é corretamente identificado para os profissionais que o recolhem no caminhão do lixo? Se não há coleta seletiva, qual é o destino do lixo coletado? Onde fica o aterro/lixão? O que os estudantes podem fazer para ajudar em relação à quantidade de lixo gerado na escola e em relação às formas de descarte? (Pugliese, 2020, p. 129).

O autor indica que este roteiro pode ser adaptado a critério dos estudantes, mas não sugere divisão dos grupos ou dos entrevistados. Os resultados das entrevistas devem ser debatidos coletivamente, buscando identificar o que é mais urgente quanto ao lixo da escola, para que seja priorizado. Para isso, são oferecidas as seguintes instruções

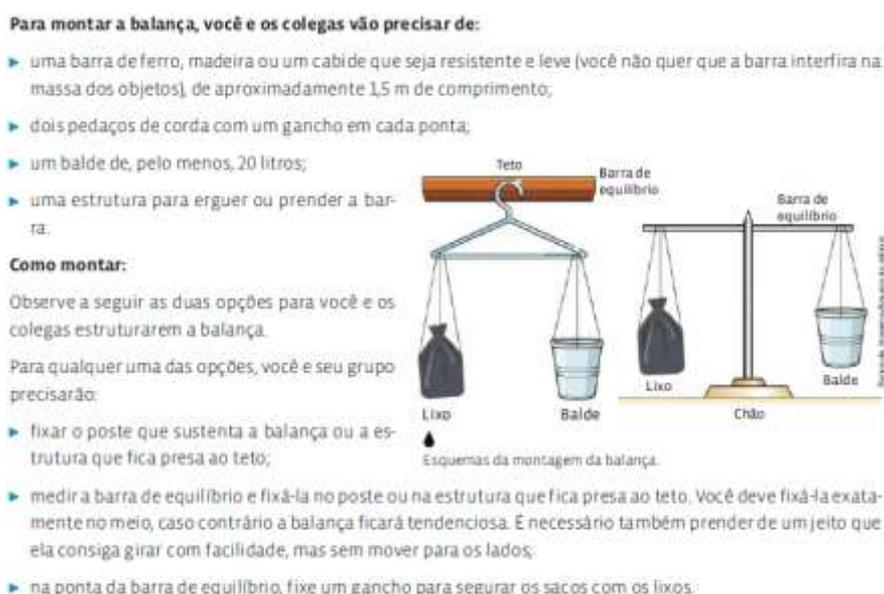
1. O que é mais urgente para ser resolvido? Não dá para resolver tudo de uma vez. Quais são as prioridades?
2. Quais as possíveis intervenções? Explore a potencialidade criativa de cada um do grupo e criem ideias sobre as possíveis maneiras de resolver as principais questões.
3. Como colocá-las em prática? Prevejam quais serão os desafios, os pontos mais fáceis e os mais difíceis de serem resolvidos (Pugliese, 2020, p. 129).

Em seguida, são discutidos conceitos de física para fundamentar a construção da balança de equilíbrio que será utilizada pelos estudantes para mensurar a massa do lixo produzido na escola.

Vamos usar o mesmo princípio da balança de pratos. Esse tipo de balança usa uma referência com a massa conhecida de um lado para determinar a massa do objeto sendo medido do outro lado. Por ação da força da gravidade, um objeto colocado em um dos pratos tende a se deslocar para o centro da Terra, a menos que o objeto do outro prato exerça outra força que equilibre os dois lados na mesma altura. [...] para medir a massa dos sacos de lixo, será necessário construir uma balança de pratos, mas sem pratos em suas extremidades. Para substituí-los, será necessário colocar ganchos ou cordas que vão amarrar os sacos de lixo. Do lado em que fica a massa de referência, o fiel, pode ser utilizado um balde contendo água como referência. Portanto, o volume de água de um lado será a referência para medir a massa do outro lado da balança (Pugliese, 2020, p. 129-130).

A massa de cada tipo de lixo deverá ser medida com a balança construída pela turma, seguindo as orientações fornecidas pelo livro e representadas na Figura 18.

Figura 18: Orientações para montagem da balança indicadas na Etapa 03 do Projeto 02 do LD01



Fonte: Pugliese, 2020, p. 130

Para o desenvolvimento da atividade, os estudantes deverão se dividir em grupos de até cinco integrantes, e organizar uma estratégia para separar o lixo da escola, uma vez que nesta etapa não serão analisados os lixos orgânicos. Os dados coletados deverão ser anotados para o cálculo do volume. Além disso, são levantadas questões para discussão sobre os tipos de lixo produzidos na escola e sua maneira de descarte.

A cada dia da semana um grupo será responsável por: 1. Organizar com os profissionais da limpeza uma estratégia para separar o lixo orgânico do lixo reciclável, caso a escola não faça essa separação. 2. Medir a massa do lixo da escola a cada dia da semana, utilizando a balança que a turma criou. 3. Separar o lixo reciclável em categorias (plásticos, papéis, vidros, etc.) e avaliar qual é o tipo de lixo produzido em maior quantidade. [...] feitas as medições e utilizando o que você e seus colegas debateram na página 129, realizem alguns cálculos e anotem-nos no caderno: Qual resíduo tem maior volume descartado? Qual deles é mais desperdiçado, ou seja, poderia ter o descarte reduzido facilmente com alguma intervenção? O lixo é descartado adequadamente, ou seja, é devidamente compactado, separado de outros resíduos e aproveitado para a reciclagem? Ou a maior parte dele, embora reciclável, é inutilizada pela forma como é descartada? Se o grupo fosse montar uma lista, quais seriam os desafios que o descarte do lixo apresentaria na escola? (Pugliese, 2020, p. 131).

O autor não oferece outras explicações, no manual do aluno, para orientar a execução da análise da quantidade de lixo produzido na escola.

Para finalizar a etapa três, são fornecidas as orientações para o desenvolvimento do plano de gestão de lixo, que deve conter, no mínimo, identificação dos problemas, metas, estratégias para intervenção e indicadores de resultado. O plano deverá considerar três pontos sobre lixo reciclável (separação correta, máxima redução e coleta) como indicado abaixo

Por onde começar para fazer com que o lixo reciclável: seja separado corretamente; seja reduzido ao máximo; seja, em sua totalidade, coletado por catadores de materiais recicláveis ou pela prefeitura e transformado em riqueza, sem ter por destino aterros ou lixões. Vocês podem e devem considerar parcerias com catadores e cooperativas, empresas de reciclagem e pessoas que possam recolher o lixo para a reciclagem, assim como com a prefeitura, lideranças locais, indústrias e comércios (Pugliese, 2020, p. 132).

Cada grupo deverá apresentar seu plano para a turma para debaterem coletivamente, em uma roda de conversa, pontos em comum e ações que poderiam ser realizadas em conjunto com outros grupos.

A quarta etapa, espalhe por aí, sugere aos estudantes que produzam uma campanha visual, utilizando os dados levantados sobre a produção de lixo na escola, ao longo do projeto, para conscientizar a comunidade escolar sobre o tema. Como exemplo, são apresentadas três versões de pôsteres, como indicado na *Figura 19*.

Figura 19: Exemplos de pôsteres apresentados na Etapa 04 do Projeto 02 do LD01



Fonte: Pugliese, 2020, p. 134

A última atividade proposta é a execução do plano de gestão eficiente e sustentável do lixo. Para isso, os estudantes são orientados a se reunirem com os gestores da escola e os profissionais de manutenção e limpeza, para checarem a viabilidade de suas propostas, quais pontos precisam de ajustes e quais ações podem ser implementadas. Essa etapa visa democratizar o conhecimento construído pelos estudantes ao longo do processo.

Neste momento, os estudantes são orientados a retomar o roteiro de autoavaliação e identificar os níveis e os descritores que melhor representem sua participação ao longo do projeto.

5.3.4 Análise do Projeto 02 do LD01

O autor defende que os principais objetivos do projeto se referem ao desenvolvimento, por parte dos alunos, de uma postura sustentável quanto a produção e descarte do lixo, bem como à elaboração de um plano de gestão eficiente e sustentável do lixo na escola, além de pô-lo em prática.

À uma primeira leitura esses objetivos não implicam grande complexidade para serem atingidos, mas conforme nos familiarizamos com as etapas propostas, notamos os

desafios para alcançá-los em um contexto de sala de aula. Também é válido destacar que o cronograma necessário para o desenvolvimento deste projeto é extenso.

As primeiras duas etapas do projeto abordam os conceitos básicos de sustentabilidade, produção e descarte do lixo, visando embasar a construção do conhecimento científico, social e ambiental sobre o tema. Nesta etapa os estudantes devem calcular quanto de lixo produzem em suas residências. O manual do professor indica a possibilidade de solicitar o apoio do professor de matemática para explicar aos estudantes como medir o volume dos recipientes utilizados para armazenar o lixo em suas casas, uma vez que o conceito não é explorado na versão do aluno. Além disso, sugere ao professor que

Se quiser estimular os estudantes a interagir durante a atividade, peça a eles que tirem uma *selfie* diariamente com os sacos de lixo gerados. Para dar visibilidade ao projeto, as *selfies* podem ser reunidas, selecionadas e postadas em uma rede social. Como a próxima atividade será um desafio para eles reduzirem o volume de lixo gerado, você poderá estimular os estudantes a fazer uma colagem do tipo “antes e depois” do experimento (Pugliese, 2020, p. 240).

Na versão do aluno não há nenhuma proposição neste sentido. Também destacamos que são poucas as orientações sobre como separar o lixo orgânico do lixo reciclável e quanto tempo deverão fazer as medições.

A questão norteadora utilizada (é possível produzir riqueza a partir do lixo?), provoca os estudantes a refletir sobre o tema e suas nuances, possibilitando o confronto de entendimentos. Tal característica remete ao entendimento de Maingain, Dufour e Fourez (2008) sobre situação-problema, além de disparar um percurso investigativo. No entanto, não é possível afirmar que por meio dela somos capazes de identificar os conhecimentos disciplinares a serem mobilizados, os destinatários e a finalidade do projeto. Ressaltamos que este ponto de vista representa nossa reflexão sobre a proposta analisada e nosso entendimento sobre o referencial mais adequado para o contexto de sala de aula, em nosso contexto escolar.

A terceira etapa propõe a realização de entrevistas com os profissionais da escola visando auxiliar os estudantes na elaboração do plano de gestão, a construção de uma balança de equilíbrio para calcular a quantidade de lixo não orgânico produzido pela escola, a elaboração em si do plano de gestão e a roda de conversa.

A versão do aluno sugere uma lista de questões para serem feitas aos profissionais da escola, mas não orienta como essas entrevistas podem ser realizadas, se em grupos,

individualmente ou quantos indivíduos podem ser questionados por vez. Consideramos insuficientes as orientações oferecidas.

O manual do professor indica que o professor “convide os profissionais da limpeza, cozinha e direção para ir até a sala de aula e contar para os estudantes como é o processamento do lixo na escola” (Pugliese, 2020, p. 243). Além disso, sugere que o professor adote uma postura mediadora, o que sugere que essas entrevistas sejam conduzidas em forma de conversa em grupo, com todos os profissionais mencionados e toda a turma de uma só vez. Acreditamos que tal conduta seja possível, mas demandaria um tempo maior que a duração de uma aula.

Quanto à balança, a encontramos pouco viável de ser construída em contexto de sala de aula, devido aos materiais necessários e complexidade da montagem. Além disso, consideramos insuficientes as orientações oferecidas na versão do aluno para a análise da quantidade de lixo produzido na escola.

O manual do professor indica que, durante a pesagem do lixo, o professor “mantenha os estudantes sob sua supervisão, conte com o apoio de outros profissionais da escola e providencie luvas, aventais e máscaras a eles” (Pugliese, 2020, p. 244). As medições devem ser realizadas, segundo o autor, durante os cinco dias úteis de uma semana, podendo ser adaptado de acordo com a disponibilidade dos estudantes e da escola.

Sobre a elaboração do plano de gestão, ressaltamos que não é mostrado, de fato, o que é um plano de gestão e como montá-lo, nem mesmo no manual do professor. Ao professor é orientado que cabe a ele contribuir para a elaboração de planos de gestão viáveis. Além disso, destaca que é importante que o professor conte com parcerias para orientar os estudantes, dos demais professores e “se possível convide pessoas da comunidade, profissionais das cooperativas de reciclagem ou pessoas ligadas a indústrias e/ou a universidades para conversar com os estudantes” (Pugliese, 2020, p. 245).

A última ação proposta na terceira etapa, a roda de conversa, é pouco explorada na versão do aluno, mas o manual do professor explica que ela tem por objetivo “fazer com que as ações dos grupos sejam coordenadas e não sobrepostas. [...] a intenção não é fazer com que a escola possua cinco ou mais planos de gestão” (Pugliese, 2020, p. 245). Destaca ainda a importância de a escola ter um plano de gestão integrado, fruto do produto final deste projeto, mas nada é dito sobre a avaliação desses planos.

A quarta etapa aborda a campanha de intervenção visual, que, como indicado no manual do professor, solicita aos estudantes que produzam “cartazes digitais ou impressos

que tenham cores, frases, dados e argumentos bastante chamativos” (Pugliese, 2020, p. 245) com os dados levantados no desenvolvimento do projeto sobre a produção de lixo da escola, para conscientizar a comunidade escolar sobre o tema.

A última atividade proposta é a execução do plano de gestão eficiente e sustentável do lixo. Os estudantes são orientados a se reunirem com os gestores da escola e os profissionais de manutenção e limpeza, para checarem a viabilidade de suas propostas e negociarem a sua implementação.

Consideramos esse projeto como teórico e prático: teórico pois solicita aos alunos que estudem sobre a problemática e prático, na medida em que elaboraram um plano de gestão para a implementação na escola e também quanto à exposição das informações sobre o que estudaram para outros destinatários.

5.3.5 Análise Geral do LD01

Pugliese (2020) não explicita a adoção de nenhum referencial teórico-metodológico para a prática da integração dos conhecimentos disciplinares de física, química, biologia, arte e língua portuguesa. Assim, consideramos para a análise as concepções do referencial teórico apontado para a discussão da interdisciplinaridade mencionado no tópico anterior: Ivani Fazenda.

Fazenda (2008) defende que a interdisciplinaridade se torna possível com a reunião entre várias disciplinas, mobilizadas a partir de um mesmo objeto, ou situação-problema, além de destacar a importância do diálogo para o processo interdisciplinar. Analisamos a descrição de ambos os projetos, contidas no manual do professor, para buscar indicações dessas concepções. Quanto ao primeiro projeto, Pugliese (2020) defende que

O projeto fundamenta-se no eixo STEAM e na ABP para mobilizar os estudantes a produzir conteúdo científico e contribuir com a própria aprendizagem. Para isso, as atividades apresentadas ao estudante buscam estimular não só que ele produza um instrumento, mas também que consiga ir além e explorar as várias relações possíveis com outras áreas do conhecimento – e com o impacto que a informação científica exerce na vida das pessoas. Nesse sentido, assim como nos outros projetos que compõem esta obra, o estudante é convidado a extrapolar o universo da sala de aula, como sugerido na própria pergunta que norteia o projeto: “Como um microscópio caseiro pode ampliar as possibilidades de aprendizagem na escola e na comunidade?” (Pugliese, 2020, p. 197-198).

Quanto ao segundo projeto, Pugliese (2020) defende que

Baseado na ABP, trazemos aos estudantes uma questão norteadora provocativa: “É possível produzir riqueza a partir do lixo?”. O intuito da questão é justamente levantar um aspecto paradoxal: O lixo, tido sempre como

algo inaproveitável e indesejável, pode ser transformado em riqueza? Quando falamos em riqueza estamos nos referindo ao fato de que o lixo pode ser fonte de soluções eficazes e eficientes para os desafios de sustentabilidade. Levando em conta a questão norteadora apresentamos aos estudantes o desafio do projeto: “Produzir um plano de gestão eficiente e sustentável do lixo para a escola e colocá-lo em ação”. Nesse sentido, além de refletir sobre a questão da sustentabilidade e do lixo, espera-se que, com o projeto, os estudantes não somente pensem em soluções, mas também coloquem-nas em prática (Pugliese, 2020, p. 237).

Apesar do autor fundamentar os projetos a partir da perspectiva da ABP, conseguimos evidenciar algumas relações com o descrito por Fazenda (2008), como a mobilização de diferentes disciplinas a partir de uma situação-problema.

Não podemos, no entanto, concordar com o autor quanto aos projetos terem caráter transdisciplinar. No primeiro projeto, o autor defende que com “a proposta da mostra de Ciência & Arte como subproduto e da mostra digital como produto final, estamos falando de uma perspectiva transdisciplinar que constitui o projeto” (Pugliese, 2020, p.195). Descrevendo o segundo projeto, ele pontua que “na perspectiva CTSA e de um projeto transdisciplinar, poucos temas são tão completos quanto a questão do lixo” (Pugliese, 2020, p. 235).

5.4 Projetos STEAM do Livro LD05

O livro LD05 apresenta dois projetos integradores de STEAM: Iluminação econômica e ecológica para famílias sem acesso a eletricidade e Solos: conhecer e entender para conservar e restaurar.

Ambos os projetos são estruturados da seguinte forma: começo de conversa, para pensar (situação-problema, objetivos e justificativa), desenvolvimento do projeto (sete etapas para o primeiro e 12 etapas para o segundo) e para finalizar (auto avaliação, novos projetos, para você saber mais).

5.4.1 Projeto 01: Iluminação econômica e ecológica para famílias sem acesso a eletricidade

O projeto busca despertar a empatia dos estudantes em relação às pessoas que vivem em locais sem acesso à eletricidade ou com acesso restrito. O objetivo principal é compreender como essas pessoas vivem e desenvolver soluções fáceis e acessíveis para melhorar sua qualidade de vida. A proposta é trabalhar a luz solar para a iluminação dessas pessoas. O quadro abaixo sistematiza as informações gerais do projeto, que serão discutidas a seguir.

Quadro 21: Projeto Iluminação econômica e ecológica para famílias sem acesso a eletricidade

Tema	Eletricidade.
Situação-problema	Assim, vamos supor que vocês formem uma equipe de engenheiros, cientistas da natureza e arquitetos preocupados com sustentabilidade e com questões sociais e econômicas, que se engajaram nessa proposta e pretendem usar a luz do sol para montar um projeto de iluminação de casas populares. Como seria esse projeto? Que tipo de material usariam?
Disciplinas Integradas	Física (Não especifica outras disciplinas).
Objetivos	Desenvolver uma solução de iluminação segura e de baixo custo para famílias que vivem sem acesso à eletricidade, usando a luz solar como fonte renovável de energia.
Duração	24 aulas.
Produto Final	Maquete ou circuito elétrico.
Avaliação	Avaliação das atividades e do produto. Autoavaliação.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

A capa do projeto, representada na *Figura 20*, apresenta a imagem de um vídeo com velas acesas em um ambiente escuro, cujo título é: todos têm acesso à eletricidade? Em seguida defende que, mesmo na era da informação e da tecnologia, muitas famílias ainda vivem sem acesso à energia elétrica. Indica três questões para os estudantes responderem no caderno, também representadas na figura 20.

Figura 20: Capa do Projeto 01 do LD05

PROJETO 1 **STEAM**
Iluminação econômica e ecológica para famílias sem acesso à eletricidade

Eletricidade

Na era da informação e da tecnologia, em pleno século XXI, muitas famílias no mundo ainda vivem sem acesso à rede de energia elétrica. Para tarefas domésticas em casa durante o dia e, em especial no período noturno, essas pessoas utilizam como fontes de iluminação principalmente velas, geradores a diesel ou lampiões e lamparinas a querosene. Esses objetos podem causar danos à saúde, como inalação de fuligem, que afeta o sistema respiratório, além dos riscos de acidentes, como incêndios.

Como elaborar projetos sustentáveis, ecológicos, econômicos e seguros para levar alternativas de iluminação que melhorem a qualidade de vida de famílias sem acesso à eletricidade ou com acesso restrito?

1. No município onde você mora todos os habitantes têm acesso à energia elétrica? Se têm, você sabe qual é a fonte geradora dessa energia, se ela é renovável ou não?

2. Baseado em um dia de seu cotidiano, descreva como ele seria sem energia elétrica, desde a hora que você acorda até a hora que você vai dormir. O que você deixaria de fazer por causa da falta de luz?

3. Você conhece algum projeto que visa levar iluminação para famílias que vivem em locais de difícil acesso para a chegada de redes de distribuição de energia elétrica? Se conhece, conte um pouco sobre ele.

Todos têm acesso à eletricidade?

Fonte: adaptado de Lopes et al, 2020, p.20-21

A situação-problema é apresentada em um tópico que discorre brevemente sobre soluções para a geração de energia elétrica com menor impacto ao meio ambiente, como

fontes renováveis: usinas hidrelétricas, de energia solar e eólicas. Os estudantes são orientados a pensar em soluções de cunho social para melhorar a qualidade de vida daqueles que habitam locais sem acesso à energia elétrica, ou com acesso insuficiente e irregular, mais especificamente:

Assim, vamos supor que vocês formem uma equipe de engenheiros, cientistas da natureza e arquitetos preocupados com sustentabilidade e com questões sociais e econômicas, que se engajaram nessa proposta e pretendem usar a luz do sol para montar um projeto de iluminação de casas populares. Como seria esse projeto? Que tipo de material usariam? (Lopes et al, 2020, p. 22)

O manual do professor não acrescenta informações sobre a situação-problema, em relação ao que é apresentado no próprio projeto.

A próxima seção apresenta o objetivo geral do projeto: “desenvolver uma solução de iluminação segura e de baixo custo para famílias que vivem sem acesso à eletricidade, usando a luz solar como fonte renovável de energia” (Lopes et al, 2020, p. 22). No manual do professor são apresentadas duas opções de produto final e, conseqüentemente, duas possibilidades de objetivo específico:

Neste projeto os estudantes poderão escolher uma das duas propostas feitas. Em uma delas, o objetivo é: Montar uma maquete para explicar o funcionamento da lâmpada de Moser associada a um projeto de iluminação para casas populares com esse tipo de lâmpada, com manual de uso, memorial descritivo e planilha de custos; em outra, o objetivo é: Construir um protótipo de um circuito elétrico usando lâmpada de Moser híbrida para iluminação de casas populares, com manual de uso, memorial descritivo e planilha de custos. (Lopes et al, 2020, p. XXV)

Além disso, o manual aponta que, para que os estudantes atinjam o objetivo específico da proposta escolhida, eles deverão ser capazes de:

Argumentar com base em dados e informações confiáveis, para defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem os direitos humanos e a diversidade humana. 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). Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das Ciências da Natureza, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para propor soluções de baixo custo e sustentáveis. Utilizar os conhecimentos dos mundos físico, social, cultural para propor ideias e soluções visando à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. Aplicar os princípios da transformação de energia e das propriedades de difração e refração da luz para propor soluções de iluminação a populações que vivem em locais sem acesso à energia elétrica. Comunicar para públicos variados resultados de pesquisa, elaborando textos, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), promovendo debates em torno de temas científicos de relevância sociocultural e ambiental e participando dele. Aprimorar as práticas de convivência escolar,

respeitando a diversidade de opiniões e as decisões coletivas. Participar ativamente e coletivamente na transformação de sua realidade para o bem comum de forma crítica, criativa, participativa e democrática. Argumentar com colegas e professores estratégias participativas para o enfrentamento dos desafios identificados com base na análise dos dados levantados e contribuir para tomada de decisões socialmente responsáveis. Criar protótipos usando a lâmpada de Moser simples e a híbrida como soluções possíveis para pessoas que vivem em locais sem acesso à energia elétrica. (Lopes et al, 2020, p. XXV-XVII)

Ainda na etapa Para Pensar, é discutida a justificativa do projeto, que se alicerça em estatísticas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para defender que o acesso à eletricidade abrange diversos impactos sociais e econômicos, incluindo a facilitação do desenvolvimento de atividades geradoras de renda para as famílias que necessitem, e da atenuação da carga das tarefas domésticas. Utilizam a imagem representada na *Figura 21*, para exemplificar a importância do acesso à energia elétrica constante.

Figura 21: Justificativa apresentada no Projeto 01 do LD05



Fonte: Lopes et al, 2020, p.22.

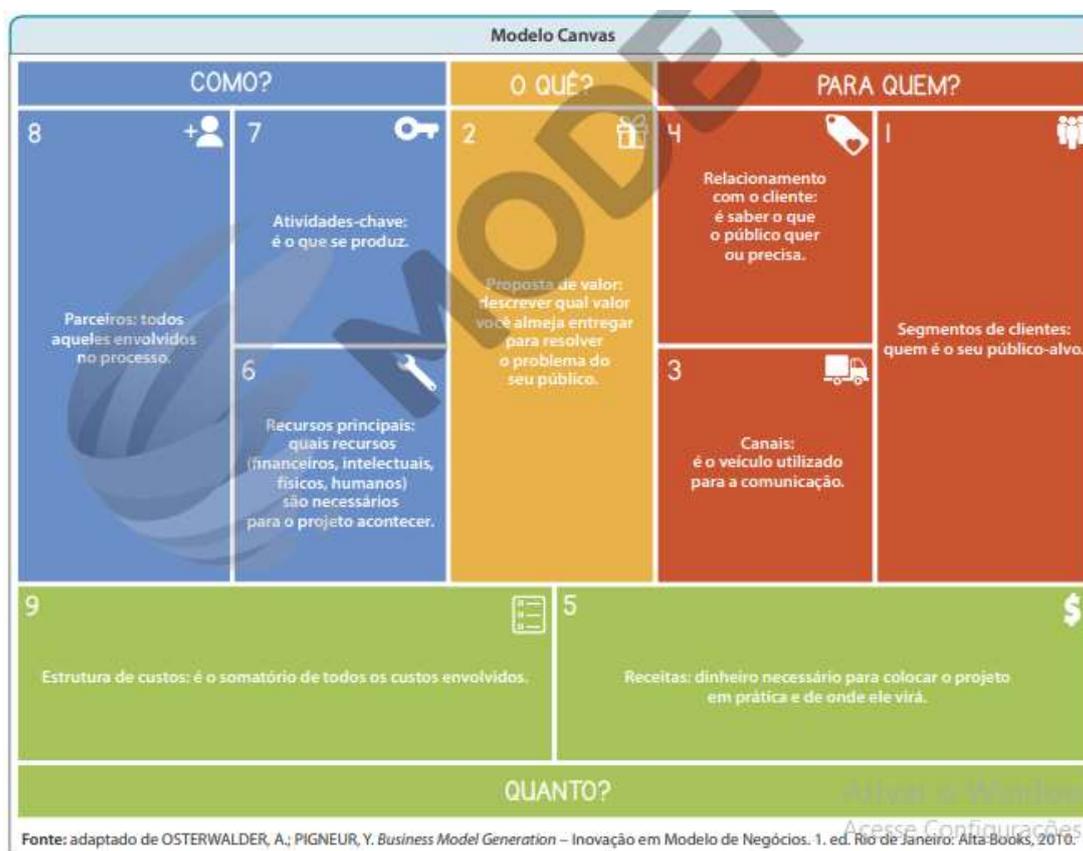
Finaliza a justificativa apresentando os dados estatísticos acerca do acesso à energia elétrica no Brasil, em 2018, e exemplifica situações do cotidiano que são prejudicadas pela falta de energia elétrica, mesmo no período diurno, como cozinhar, ler ou estudar:

A meta brasileira até 2030 é assegurar o acesso universal, confiável e moderno a preços acessíveis a serviços de energia. Essa meta faz parte de um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. O IBGE, por meio da sua Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) de 2018, estimou que 99,7% dos domicílios brasileiros tenham energia elétrica, observando que em 99,5% do total de domicílios ela era proveniente da rede geral de distribuição de energia. A disponibilidade em tempo integral cai para 99,1% dos domicílios. Embora esse número seja bom, considerando o tamanho da população brasileira, que em 2018 era em torno de 208 milhões de habitantes, isso significa que cerca de 700 mil brasileiros não têm acesso à energia elétrica. As fontes de iluminação mais utilizadas por essa

parcela da população são velas, geradores a diesel ou lâmpões e lâmparinas a querosene, que geram riscos à saúde e ao meio ambiente (Lopes et al, 2020, p.23).

Seguindo para o desenvolvimento do projeto, na primeira etapa (compreendendo a situação-problema e se organizando), os estudantes são orientados a se dividirem em grupos de cinco a oito integrantes, para refletirem sobre as questões iniciais do capítulo, os tópicos da seção para pensar e organizar e planejar o desenvolvimento do projeto utilizando o quadro de modelo de negócios disponibilizado, chamado de modelo Canvas indicado na Figura 22.

Figura 22: Modelo de Negócios disponibilizados no Projeto 01 do LD05



Fonte: Lopes et al, 2020, p.25.

Esse modelo foi concebido por Alexander Osterwalder e Yves Pigneur, em 2010, consistindo em um quadro visual dividido em campos ou blocos com temas-chave para a criação e desenvolvimento de um projeto. O modelo pode ser encontrado na internet e editado, ou feito manualmente. No entanto, os autores propõem a utilização do modelo criado especificamente para esse projeto, indicado na Figura 23.

Figura 23: Modelo Canvas elaborado para o Projeto 01 do LD05

The image shows a 'Modelo Canvas' template for project planning. It is a grid with 10 sections, each with a title, a question, and an icon. The sections are:

- Nome do projeto**: Title of the project.
- Objetivos**: Qual é a intenção do projeto? (Qual is the intention of the project?) with a question mark icon.
- Público-alvo**: Para quem o projeto é destinado? (For whom is the project intended?) with a target icon.
- Grupo**: Quem são os membros do grupo? Qual papel cada um desempenhará? (Who are the group members? What role will each play?) with a group of people icon.
- Etapas do projeto**: Quais etapas são necessárias para atingir o objetivo? Em quanto tempo elas serão executadas? (Which steps are necessary to reach the objective? How long will they take to be executed?) with a checklist icon.
- Produto**: Qual é o produto final que vocês estão planejando? (What is the final product you are planning?) with a lightbulb icon.
- Ações**: Quais ações são necessárias em cada etapa? (Which actions are necessary in each step?) with a film strip icon.
- Recursos**: Quais recursos (materiais, físicos e humanos) serão necessários para o projeto? (Which resources (materials, physical and human) will be necessary for the project?) with a circular arrow icon.
- Pessoas envolvidas**: Quem são as pessoas que podem auxiliar o desenvolvimento do projeto? (Who are the people who can assist in the development of the project?) with a group of people icon.
- Riscos**: Quais são os eventos que podem afetar o projeto? (What are the events that can affect the project?) with a warning triangle icon.

 The grid has a light blue header and footer. A circular logo with the text 'MODELO CANVAS' is in the top right corner. A vertical credit 'D. CATHERINE A. SCOTTON' is on the right side. A watermark 'ativar o Windows' is visible at the bottom.

Fonte: Lopes et al, 2020, p.27.

Por meio desse modelo, os estudantes podem desenvolver competências de organização, evidenciando vários aspectos do projeto, como os objetivos, o público-alvo, os integrantes e seus papéis, as etapas e ações a serem desenvolvidas, os recursos necessários, os indivíduos que podem contribuir para o processo, os riscos envolvidos e o produto final pretendido.

Neste momento do projeto os alunos não precisam preencher todos os blocos do Canvas. São orientados a seguir os seguintes passos:

- Passo 1: Elaborem um texto a ser colocado no campo “Objetivos” do projeto.
- Passo 2: Definam os papéis de cada participante do grupo e escrevam o nome do participante e suas respectivas funções. Podem ser usados blocos de notas de cores diferentes para indicar quem é o responsável por determinada tarefa. Por exemplo: se a tarefa é atribuição do aluno A, os registros estarão em notas brancas; se for do aluno B, estarão em notas amarelas. O importante é facilitar a identificação das tarefas e de quem vai realizá-las.
- Passo 3: Leiam as etapas do projeto com o objetivo de saber os próximos passos que estão sendo propostos para vocês. Preencham o bloco referente às etapas do projeto.
- Passo 4: Agora, conheçam as ações necessárias em cada uma das etapas e preencham o bloco de ações. Para isso, leiam cada etapa e identifiquem essas ações. Por exemplo: Etapa 2 – ações necessárias: pesquisa bibliográfica, apresentação e construção de um painel informativo.
- Passo 5: Pensem em pessoas que poderiam colaborar com vocês, por exemplo, professores de diferentes disciplinas.
- Passo 6: Avaliem as dificuldades que poderão aparecer e façam uma lista delas. (Lopes et al, 2020, p. 27).

Para finalizar a primeira etapa, os estudantes são solicitados a realizarem uma pesquisa a respeito das populações que vivem sem acesso à energia elétrica no Brasil e

no mundo, como é a realidade desses indivíduos e se na região onde moram, existem pessoas sem a acesso a formas seguras de iluminação. O manual do professor não amplia nenhuma das discussões apresentadas no livro do estudante.

Na segunda etapa (conhecendo o público-alvo) é promovida uma discussão em grupo sobre a pesquisa realizada individualmente. Os estudantes são orientados a discutir as informações que compilaram e solicitados a elaborarem, em grupo, uma produção de texto que represente essas informações e que responda às seguintes perguntas: “Quem são as pessoas que vivem em locais sem iluminação segura, sem acesso a redes de distribuição de energia elétrica ou com acesso limitado? Onde elas vivem? Quais são as necessidades delas?” (Lopes et al, 2020, p.28). Por fim, cada grupo é solicitado a apresentar suas conclusões aos demais grupos.

Como atividade é proposto que os estudantes, em grupo, elaborem um painel com as ideias centrais discutidas, podendo utilizar imagens e texto. O intuito do painel é servir de referência visual do problema a ser resolvido, destacando a realidade e as necessidades desses indivíduos. No final do projeto, as soluções desses problemas devem ser acrescentadas no painel. Por fim, os alunos, cooperativamente, devem incluir no bloco Canvas as informações quanto ao público-alvo.

Na terceira etapa (a matriz elétrica do Brasil e a energia solar), os estudantes devem elaborar uma explicação, no caderno de anotações do grupo, sobre as fontes de energia renováveis e não renováveis, com exemplos. Como atividade eles devem responder, no caderno, as questões propostas, como indicado na *Figura 24*.

Figura 24: Atividade proposta na etapa 3 do Projeto 01 do LD05

ATIVIDADE Registre no caderno

1 Agora, com seu grupo, analise o gráfico a seguir, que mostra dados publicados pelo Ministério de Minas e Energia com base em informações obtidas em 2018.

Fonte	Porcentagem
Carvão e derivados ¹	0,5%
Hidráulica ²	66,6%
Biomassa ³	7,6%
Eólica	3,2%
Solar	2,5%
Gás natural	8,5%
Derivados de petróleo	2,4%
Nuclear	0,5%

Fonte: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Balanço energético nacional. Rio de Janeiro, 2019.

Veja mais dados em: BRASIL. Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2018 (até maio 2017). Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2018. Disponível em: <http://www.ene.gov.br/assessoria-press/publicacoes/Anuário-Eletricidade-160/Topico-168/Anuário2018v1.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2020.

Composição da matriz elétrica do Brasil em 2018.

Responda às questões. *Veja respostas e justificativas no Suplemento do Professor.*

- Com base nesse gráfico, podemos dizer que no Brasil as fontes de energia elétrica são preferencialmente renováveis ou não renováveis? Justifiquem a resposta de vocês.
- Entre as fontes não renováveis, qual é a que tem maior participação na matriz elétrica?
- Entre as fontes renováveis, qual é a que tem a menor participação na matriz elétrica?
- Analise o seguinte dado: a energia solar é bastante significativa para o Brasil, que, além de seu extenso território, é um país tropical com incidência abundante de raios solares durante praticamente o ano todo, como mostrado no mapa apresentado na justificativa desse projeto. Compare esse dado com o aproveitamento da energia solar no Brasil. Escreva no caderno de anotações uma frase que estabeleça a relação entre essas informações.
- Com base em sua resposta ao item d, apresente um argumento que reforce a escolha da luz solar como fonte de energia para ser utilizada neste projeto.

Ativa
Acesse

Fonte: Lopes et al, 2020, p. 28.

Na quarta etapa (conhecendo soluções e pensando no produto) são apresentados dois exemplos de soluções para as questões apresentadas: a lâmpada de Moser, (representada na Figura 25) e o Projeto Ribeirinhas (representado na Figura 26).

Figura 25: Lâmpada de Moser apresentada na etapa 4 do Projeto 01 do LD05



Fonte: Lopes et al, 2020, p. 30.

A lâmpada de Moser foi desenvolvida por um brasileiro, Alfredo Moser, em 2002, momento em que o Brasil sofria uma crise no fornecimento de energia elétrica, devido ao baixo investimento para a geração e transmissão de energia elétrica, bem como à uma prolongada estiagem. A lâmpada de Moser consiste em uma garrafa plástica cheia com uma mistura de água e água sanitária, que deve ser colocada no teto do imóvel, como representado na *Figura 25*.

Já o Projeto Ribeirinhas se trata de uma ação do Programa Nacional de Eletrificação Luz no Campo, que objetiva implantar, em localidades ribeirinhas da região amazônica, sistemas de fontes alternativas para a geração de energia elétrica. No caso demonstrado na *Figura 26*, uma usina fotovoltaica.

Figura 26: Projeto Ribeirinhas apresentado na etapa 4 do Projeto 01 do LD05

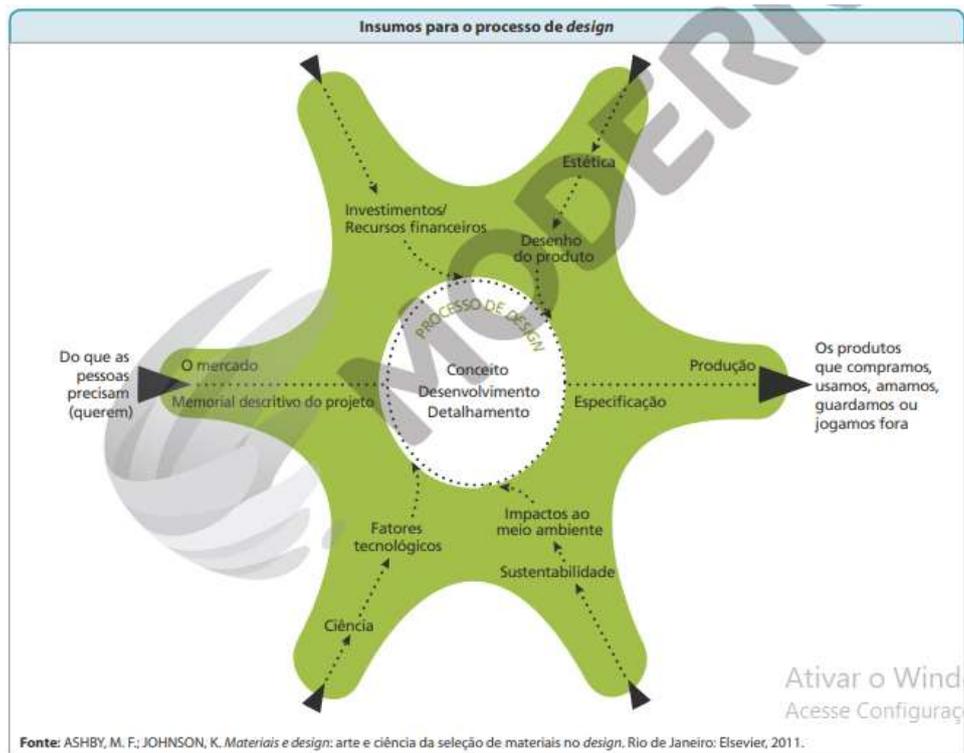


Fonte: Lopes et al, 2020, p. 29.

Para finalizar a quarta etapa, é proposta uma atividade que solicita que os estudantes pesquisem sobre a lâmpada de Moser e sobre outros projetos ou iniciativas que busquem levar iluminação para pessoas que não têm acesso à energia elétrica. Orienta o compartilhamento das informações encontradas pelos grupos e solicita que cada grupo elabore, coletivamente, um resumo sobre esses projetos. Por fim, essas informações devem ser apresentadas aos demais grupos.

A quinta etapa (elaboração do produto), inicia-se apresentando os fundamentos do processo de *design* que devem ser utilizados para o desenvolvimento do produto. Os alunos deverão reproduzir a imagem representada na *Figura 27* e completá-la de acordo com o seu projeto.

Figura 27: Modelo de design disponibilizado na Etapa 5 do Projeto 01 do LD05



Fonte: Lopes et al, 2020, p. 32.

Em seguida é explicado o que é um memorial descritivo (um documento que explica e descreve as características do produto que será desenvolvido, bem como seu processo de fabricação) e solicita que os estudantes redijam um para o produto que irão desenvolver.

O terceiro passo exige que os estudantes definam o orçamento para o desenvolvimento do produto e completem uma planilha de gastos, com o modelo representado na *Figura 28*.

Figura 28: Modelo de planilha de gastos indicado na Etapa 5 do Projeto 01 do LD05

Modelo de planilha de gastos			
Detalhes		Valor gasto	Mais informações
Data	Descrição do item/serviço		
Dia em que foi comprado	Nome do produto comprado	Quanto foi gasto	Descrever o que foi comprado, para que servirá e quem pagou
Valor total			

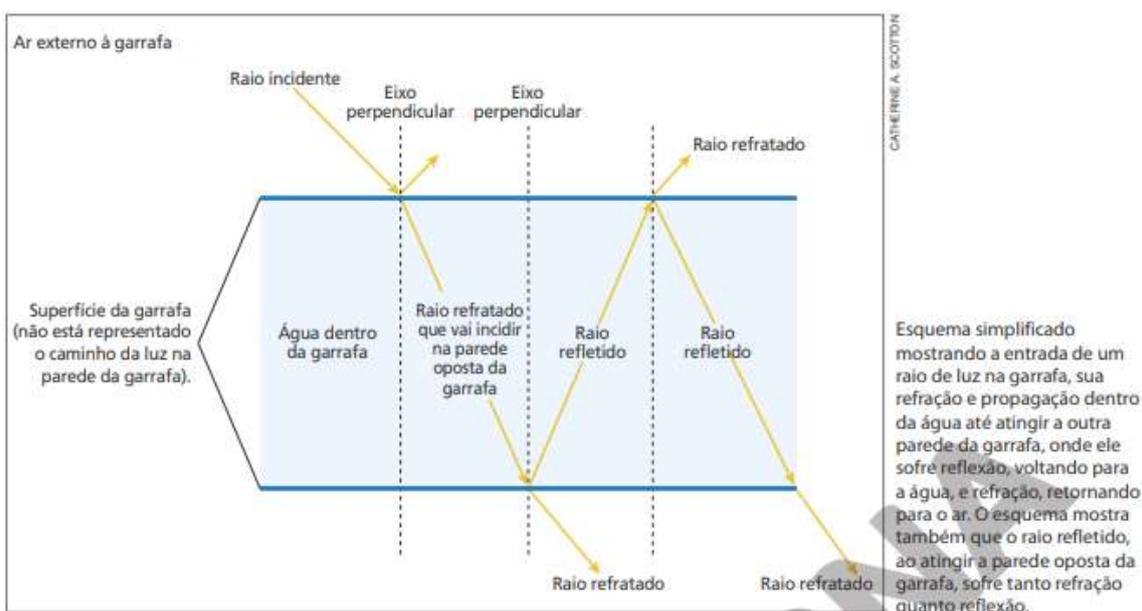
Fonte: Lopes et al, 2020, p. 33.

Finalmente é apresentada a primeira sugestão de produto final: maquete de uma casa, ou cômodo, utilizando uma lâmpada de Moser em um projeto de iluminação. Os objetivos a serem alcançados com a escolha desse produto são:

Construir a lâmpada de Moser e uma maquete de uma casa ou de um cômodo de uma casa a ser iluminada com essa lâmpada, para expor ao público escolar e de fora da escola, o seu funcionamento; propor um projeto de iluminação adequado usando a lâmpada de Moser para uma residência popular cuja planta vocês vão definir. Esse projeto será apresentado numa exposição voltada ao público escolar e de fora da escola de modo que eles possam conhecer uma alternativa para as populações-alvo deste projeto e aplicar onde for necessário. O custo do projeto de iluminação deve ser especificado (Lopes et al, 2020, p. 33).

A seguir são apresentados os conceitos físicos necessários para compreender o funcionamento da Lâmpada de Moser: reflexão e refração da luz. A *Figura 29* representa o esquema que simplifica a trajetória da luz, que se propaga, reflete e refrata na água da garrafa.

Figura 29: Esquema da trajetória da luz em uma Lâmpada de Moser apresentado na Etapa 5 do Projeto 01 do LD05



Fonte: Lopes et al, 2020, p. 35.

Após essas discussões, são apresentados os materiais necessários para a montagem de uma lâmpada de Moser, indicados abaixo

Garrafa PET transparente, sem cor, pequena, com cerca de 310 ml, com tampa, obtida a partir de material já descartado e limpo; o número de garrafas vai depender da definição do grupo sobre o tipo de maquete a ser feita; uma medida de água sanitária (equivale a uma tampinha da garrafa PET); água limpa de torneira (não pode ser turva); sabão em pedra; luvas emborrachadas de limpeza para proteger a pele durante o manuseio da água sanitária (Lopes et al, 2020, p. 35).

Neste momento também são descritos os cuidados que devem ser tomados e os riscos que a utilização da água sanitária representam. Em seguida é explicada a montagem das lâmpadas: as garrafas devem ser limpas e completadas com uma mistura de água e uma medida de água sanitária.

O próximo passo é a elaboração de uma planta baixa, que será utilizada posteriormente para a construção da maquete. Os alunos são orientados a pesquisar modelos de planta baixa de casas populares para reproduzirem, ou construírem o seu próprio modelo. Eles deverão desenhar o modelo de planta baixa manualmente, considerando as medidas escolhidas.

Feito isso, os estudantes deverão decidir quantas lâmpadas devem incluir em cada cômodo e qual a disposição ideal, considerando as informações apresentadas quanto à medida de iluminância: cada lâmpada de Moser corresponde à uma lâmpada incandescente de 40 até 60 W ou uma lâmpada de LED de 6W. Devem considerar também o exemplo apresentado, que mostra como efetuar o cálculo do número de lúmens por metro quadrado ideal por cômodo. Essas escolhas devem ser registradas na planta baixa.

O próximo passo trata-se da montagem da maquete, na qual os estudantes deverão utilizar a planta baixa e o posicionamento definido para as lâmpadas no passo anterior. Eles poderão escolher entre construir uma maquete de uma casa completa ou de um ou mais cômodos, em escala. Os autores propõem uma lista de materiais como exemplo do que pode ser utilizado:

Placas de MDF; caixa de papelão rígido, papelão pardo ondulado com onda dupla com espessura de 6 mm; papelão pardo ou cinza com espessura de 3 mm, placa de poliestireno revestida com papel-cartão com espessura de 4 mm; madeira balsa. [...] lápis; régua; fita adesiva larga; estilete ou tesoura de ponta romba (cuidado no manuseio do objeto para não causar acidentes); cola branca (no caso de usar MDF ou madeira balsa, usem cola de madeira e adesivo instantâneo – é recomendado cuidado no manuseio dos materiais e o uso de luvas); massa epóxi; pano preto de tamanho suficiente para cobrir a lâmpada de Moser. (Lopes et al, 2020, p. 38-39).

Como referência, é explicado o passo a passo de como construir uma maquete de um cômodo utilizando os materiais informados e um esquema de montagem, conforme indicado na *Figura 30*.

Figura 30: Esquema de montagem da maquete apresentado na Etapa 5 do Projeto 01 do LD05



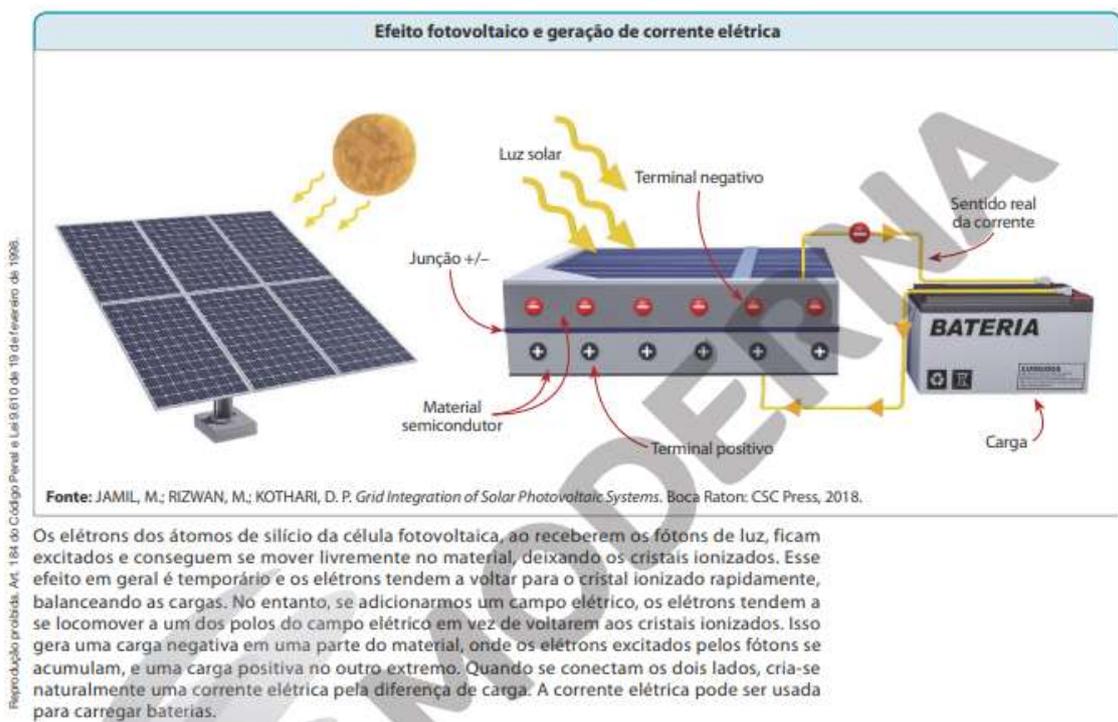
Esquema de montagem da maquete.

Fonte: Lopes et al, 2020, p. 39.

Depois de concluírem o projeto de iluminação da maquete, os estudantes devem calcular o custo das lâmpadas utilizadas e atualizarem a planilha de gastos e o Canvas. Por fim, devem elaborar um memorial descritivo e um manual de uso informando todos os materiais utilizados, explicando como montar a lâmpada de Moser e como instalá-la no telhado. Também devem incluir informações sobre o funcionamento da lâmpada, vantagens e desvantagens e alertas de segurança para a confecção, instalação e uso das mesmas.

Ainda na etapa 5, é apresentada a segunda sugestão de produto final, que é a montagem e teste de um circuito com a lâmpada de Moser híbrida. O tópico inicia-se explicando que, na lâmpada de Moser híbrida, são acrescentados LEDs, um painel solar fotovoltaico e baterias. Segue apresentando conceitos físicos relacionados aos painéis fotovoltaicos, como indicado na *Figura 31*.

Figura 31: Explicação sobre Efeito fotovoltaico apresentado na Etapa 5 do Projeto 01 do LD05



Fonte: Lopes et al, 2020, p. 41.

O protótipo sugerido se trata de uma adaptação do modelo desenvolvido em 2014 por uma equipe do projeto Engenheiros sem fronteira, que tinha o intuito de oferecer uma solução barata e eficiente para iluminação diurna e noturna em um mesmo equipamento para populações da África. Os autores propõem a criação de um protótipo de iluminação híbrida que disponibilize iluminação noturna por, no mínimo, três horas.

A seguir é indicada a lista de materiais necessários

Seis garrafas PET transparentes, sem cor, de mesmo tamanho e com as tampas, obtidas de material já descartado. Essas garrafas e as tampas devem ser bem lavadas. Sugerimos, nesse caso, garrafas de 1 L, mas podem ser usadas garrafas maiores; caneta marcadora; água limpa de torneira (deve estar transparente); água sanitária; seis LEDs de 5 mm (luz branca); um martelo; silicone transparente de uso geral; um pequeno pedaço de madeira para apoio quando for feito o uso do martelo; fio de 1,5 mm de diâmetro (o comprimento vai variar de acordo com o desenho de seu circuito elétrico); painel solar fotovoltaico de 1 W (watt), 12 V (volts) ou similar, com cerca de 49 cm por 15 cm; bateria de 12 V (volts), 7 A/h (ampere/hora) ou similar; resistor de 8 Ω (ohms); interruptor simples; um prego de ponta fina (tamanho 13 \times 15); fita isolante (Lopes et al, 2020, p. 42).

Os autores trazem uma explicação sobre o diâmetro dos fios em relação a quantidade de corrente elétrica que são capazes de transportar com segurança. Em seguida, apresenta o passo a passo para a montagem do protótipo, com ilustrações. Uma adaptação desses passos é indicada na *Figura 32*.

Figura 32: Passo a passo para a elaboração do Produto 2 da Etapa 5 do Projeto 01 do LD05

Passo 2: Montagem da garrafa

1. Calce as luvas emborrachadas.
2. Coloque água na garrafa plástica, deixando espaço suficiente para que a solução não encoste nas lâmpadas na montagem final.
3. Acrescente duas tampinhas de água sanitária. Não feche a garrafa nesse momento.

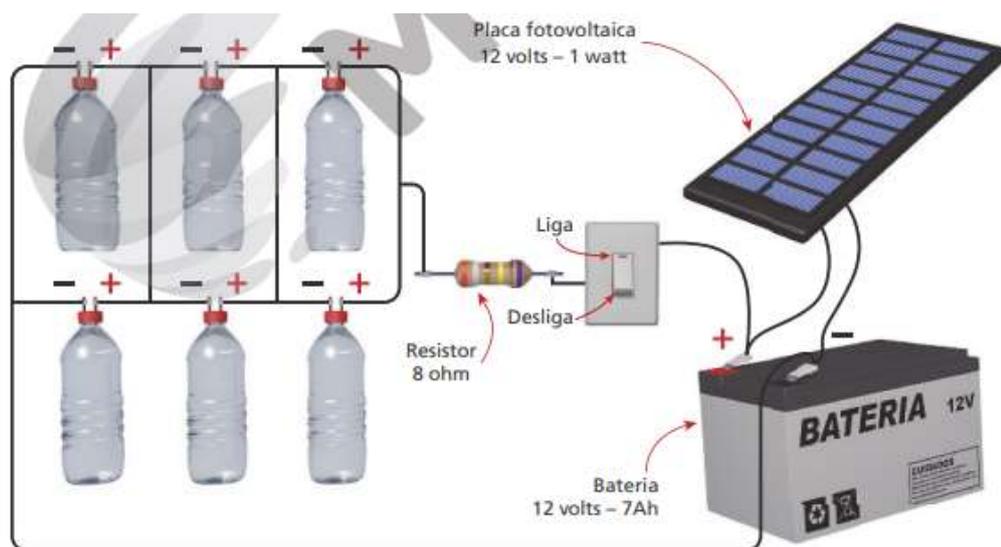
Passo 3: Montagem da parte solar

1. Com a caneta marcadora, façam as marcações em cada tampa indicando onde serão feitos os furos. A distância entre os furos deve corresponder à distância entre os fios de cada LED. A disposição final dos furos deve ser a mostrada na figura a seguir.
2. Coloquem cada tampa de garrafa sobre o apoio de madeira. Com o prego e o martelo, façam orifícios nos locais marcados na tampa. O apoio na madeira é empregado para não danificar a mesa.
3. Uma vez feitos os seis pares de furos, testem se os LEDs se encaixam bem, sem que fiquem sobrepostos. Caso contrário, nova tampa deve ser utilizada e novos furos precisam ser feitos.
4. Apliquem o silicone no interior da tampa em quantidade suficiente para cobrir bem todos os furos e evitar que fique algum espaço por onde a água da chuva entre e a água de dentro da garrafa saia. Insiram os LEDs antes que o silicone seque.
5. Vejam, no diagrama a seguir, como inserir os LEDs. Cada LED tem um fio mais longo e outro mais curto. Os fios mais longos (ânodos – positivos) dos LEDs devem ficar nos orifícios mais próximos do centro, e os mais curtos (cátodos – negativos), nos orifícios mais próximos da margem da tampa.
6. Coloquem os fios dos LEDs nos orifícios de modo que a ponta que tem a lâmpada fique encostada na parte interna da tampa.
7. Separem os fios longos e internos dos fios curtos e externos, dobrando os fios da borda para longe do centro da tampa. Então, torçam todos os fios longos e internos juntos. Vejam um modelo na fotografia a seguir.
8. Esperem que o silicone seque completamente e rosqueiem a tampa com os LEDs na garrafa com água. A garrafa está pronta.

Fonte: adaptado de Lopes et al, 2020, p. 43-45.

O quarto passo aborda a montagem do circuito elétrico por meio de um esquema de sugestão, representado na *Figura 33*.

Figura 33: Sugestão de circuito elétrico apresentada na Etapa 5 do Projeto 01 do LD05



Fonte: Esquema elaborado com base em INSTRUCTABLES. Disponível em: <<https://www.instructables.com/id/Day-and-Night-Time-Lighting-for-Developing-Communi/>>. Acesso em: 8 dez. 2019.

Fonte: Lopes et al, 2020, p. 45.

O último passo para montagem do produto 2 é a fase de testes, na qual os estudantes são orientados a verificar o tempo de exposição solar necessário para carregar a bateria e ligar os LEDs por, no mínimo, três horas. Os estudantes são orientados a anotar os parâmetros de teste no caderno de anotações.

As últimas orientações da etapa 05 são a atualização da planilha de gastos e do Canvas e a elaboração de um memorial descritivo e um manual de uso informando todos os materiais utilizados, explicando como montar a lâmpada de Moser híbrida e suas possíveis utilizações. Também devem incluir informações sobre o funcionamento da lâmpada, vantagens e desvantagens e alertas de segurança para a confecção, instalação e uso das mesmas.

A sexta etapa, apresentação e finalização de propostas, é o momento de compartilhar com os colegas todo o processo percorrido até a finalização do produto, o produto final em si e a retomada das atividades desenvolvidas. Na sétima etapa, apresentação para a comunidade local, o produto final é apresentado à comunidade.

Para a avaliação, é proposto um quadro de autoavaliação, apresentado na *Figura 34*, o qual os estudantes devem responder em seus cadernos. Ao professor é sugerida a avaliação processual das atividades desenvolvidas, bem como a avaliação do produto final concebido e da apresentação à comunidade.

Figura 34: Quadro de autoavaliação do Projeto 01 do LD05



Reflexão	Nível de concordância
Meu envolvimento nas diferentes etapas do projeto correspondeu às minhas expectativas de aprendizagem.	
Meu envolvimento nas diferentes etapas do projeto correspondeu às expectativas do meu grupo.	
Meu envolvimento nas diferentes etapas do projeto correspondeu às expectativas dos professores.	
O produto final que desenvolvemos ficou de acordo com o que eu gostaria.	
O produto final que desenvolvemos ficou de acordo com o que os demais membros do meu grupo gostariam.	
O produto que desenvolvemos foi capaz de despertar o interesse da comunidade escolar.	
Com o projeto, senti que houve aprimoramento das práticas de convivência escolar respeitando a diversidade de opiniões e as decisões coletivas.	

Fonte: Lopes et al, 2020, p. 48.

5.4.2 Análise do Projeto 01 do LD05

O objetivo geral do projeto aparentemente é possível de ser alcançado no contexto escolar, no entanto, os objetivos específicos se mostram complexos e, especificamente o objetivo referente à segunda opção de produto final, foge da realidade financeira dos estudantes da rede pública de ensino, mesmo considerando que as escolas da rede pública devem possuir kits de *arduínos*, ainda seria necessária a aquisição de materiais de custo elevado, como painel solar fotovoltaico, bateria, resistores e LEDs.

O projeto inicia indicando três questões para os estudantes responderem no caderno. O manual do professor aponta que essas questões podem ajudar no resgate dos conhecimentos cotidianos dos estudantes sobre a situação-problema e fomentar as primeiras reflexões sobre ela e o projeto que será desenvolvido. Esse momento compara-se com o que planifica Fourez e Colaboradores para a etapa cliché. No entanto, não é solicitado que as respostas dos estudantes sejam registradas, para que possam ser retomadas em outro momento e também para que sejam avaliadas para possíveis adaptações ao roteiro do projeto, o que seria relacionado ao panorama espontâneo.

A situação-problema é apresentada solicitando aos estudantes a pensarem em um projeto que utilize a luz solar como fonte de iluminação para casas populares e a descreverem os materiais que seriam necessários para isso. Apesar de não ser evidenciada em formato de questão, podemos, por meio da situação-problema apresentada, visualizar o contexto, os destinatários e a finalidade do projeto, como entende Maingain, Dufour e Fourez (2008) como essenciais para caracterizar o projeto para a resolução da situação-problema apresentando uma resposta.

Na primeira etapa do projeto, destacamos a potencialidade do Modelo Canvas como uma excelente ferramenta para organizar e nortear o desenvolvimento do projeto, auxiliando os estudantes a desenvolver competências fundamentais de organização para os seus trabalhos. Podemos associar esse modelo ao que Fourez e colaboradores consideram como a grelha de investigação, que, para os autores, é desenvolvida definindo caixas pretas, os especialistas a serem consultados e mobilizando disciplinas. Ressaltamos que este ponto de vista representa nossa reflexão sobre as propostas analisadas nos livros e nosso entendimento sobre o referencial mais adequado para o contexto de sala de aula, em nosso contexto escolar.

Quanto às etapas um, três e quatro, criticamos a falta de orientação aos estudantes quanto a fontes de pesquisa confiáveis, ao solicitarem a pesquisa a respeito das populações que vivem sem acesso à energia elétrica no Brasil, a fontes de energia renováveis e não renováveis e sobre a lâmpada de Moser e outras iniciativas similares. No manual do professor, ao final da discussão de todo o projeto, são oferecidos alguns *links* como fontes de pesquisa adicionais e de aprofundamento, mas não há indicação de compartilhar tais fontes com os estudantes.

Nas etapas dois e quatro, os estudantes são orientados a apresentar as conclusões das pesquisas realizadas aos demais grupos. O manual do professor solicita ao professor que “oriente-os a elaborar uma apresentação para a classe, lembrando-os de que devem ter atenção para a clareza daquilo que vão apresentar. Incentive-os a construir esquemas e gráficos que facilitem a compreensão dos dados” (Lopes et al, 2020, p. XXXI). Consideramos insuficientes as orientações oferecidas aos estudantes e ao professor para a elaboração das apresentações.

Na quinta etapa apresenta-se os fundamentos do processo de *design* e o conceito de memorial descritivo, além de solicitar que os estudantes redijam um para o produto que irão desenvolver e definam o orçamento para o desenvolvimento do produto,

completando uma planilha de gastos. Nesses casos, consideramos suficientes as informações oferecidas para embasar o desenvolvimento das atividades solicitadas.

Ainda na quinta etapa, é apresentada a primeira sugestão de produto final e os estudantes são solicitados a construir a maquete de uma casa (ou cômodo) utilizando uma lâmpada de Moser em um projeto de iluminação, elaborarem uma planta baixa, calcularem o custo das lâmpadas utilizadas, elaborarem um memorial descritivo e um manual de uso sobre a lâmpada de Moser. Consideramos suficientes as instruções oferecidas para o desenvolvimento desses passos.

O manual do professor indica que seria interessante contar com a colaboração dos professores de outras disciplinas durante esse processo “seria interessante contar com professores de Matemática e de Física orientando nos cálculos das proporções, das áreas e da iluminância [...] Professores de Arte podem colaborar na elaboração dos projetos de iluminação e das maquetes” (Lopes et al, 2020, p. XXXII).

Na quinta etapa, é apresentada ainda a segunda sugestão de produto final, que é a montagem e teste de um circuito com a lâmpada de Moser híbrida. Os estudantes que optarem por esse produto final, deverão montá-lo, realizar os testes solicitados e elaborarem um memorial descritivo e um manual de uso sobre o mesmo.

É importante destacar que, apesar do projeto propor duas opções de produto final, o segundo foge completamente da realidade da escola pública, por necessitar de materiais caros e de difícil aquisição. Apesar disso, o manual do professor frisa que “propusemos dois tipos de produtos para os estudantes escolherem um deles. Seria interessante que você orientasse a classe para que metade dos grupos se envolva com a primeira sugestão e a outra metade, com a segunda” (Lopes et al, 2020, p. XXXII).

Na sexta etapa, os estudantes devem compartilhar com os colegas todo o processo percorrido até a finalização do produto e o produto final em si. Neste momento, o manual do professor indica que os estudantes devem estar abertos às críticas construtivas de seus colegas, para, em grupo, decidir se precisam adaptar ou corrigir algo. A próxima etapa abrange a apresentação à comunidade e, de acordo com os autores, os estudantes devem escolher formas de convidar a comunidade para a escola.

Na sétima etapa o produto final deve ser apresentado à comunidade e o manual do professor aponta que

Sugerimos organizar uma apresentação em um formato semelhante a uma feira de ciências, em que os projetos são expostos em stands e os visitantes visitam um por vez, na ordem que escolherem. Se possível, sugerimos que na entrada do espaço destinado à exposição haja materiais que contextualizem os projetos, informando, por exemplo, que ainda há no Brasil milhares de pessoas sem

acesso à energia elétrica e os impactos que isso causa na vida delas. Discuta essa possibilidade com os estudantes, reforçando que outros tipos de apresentação podem ser organizados de acordo com o que a classe julgar ser mais adequado (Lopes et al, 2020, p. XXXIII).

Salientamos que, assim como nos projetos do LD01, não há indicação, na versão do aluno ou no manual do professor, sobre a avaliação do produto, pelo professor ou outro especialista, antes da apresentação à comunidade.

Consideramos esse projeto como teórico e prático: teórico pois solicita aos alunos que estudem sobre a problemática e prático, na medida em que constroem o protótipo da lâmpada de Moser e quanto à exposição das informações sobre o que estudaram para outros destinatários.

5.4.3 Projeto 02: Solos: conhecer e entender para conservar e restaurar.

O segundo projeto aborda as características e propriedades do solo com o objetivo de desenvolver propostas para melhorar a conservação do solo e ajudar os produtores rurais, incluindo aqueles que cultivam agricultura e pecuária familiar, a escolherem opções mais adequadas para conservação do solo de suas propriedades e restaurar o que já foi degradado. Considerando que vivemos em um contexto agropecuário, o projeto pode contribuir para uma reflexão sobre uma situação-problema vivenciada com a agricultura e pecuária exploratórias. O quadro abaixo sistematiza as informações gerais do projeto:

Quadro 22: Projeto Solos: conhecer e entender para conservar e restaurar

Projeto	Solos: conhecer e entender para conservar e restaurar.
Tema	Tipos de solos.
Situação-problema	Como a matéria orgânica se relaciona com a fertilidade? É verdade que plantas crescem mais em solos orgânicos o que em solos arenosos, quando submetidas a condições hídricas e de iluminação similares? Como a erosão e a lixiviação se relacionam com o tipo de solo e com a remoção da cobertura vegetal? O que pode causar a perda da fertilidade ou do próprio solo?
Disciplinas Integradas	Química; Física; Biologia.
Objetivos	Produzir um vídeo para promover a conservação do solo. Para isso, o vídeo deve mostrar algumas diferenças entre o solo orgânico e o solo arenoso quanto ao potencial para desenvolvimento de uma espécie alimentar (feijão) e quanto à fatores que determinam sua fertilidade, entre eles a abundância da fauna edáfica. Deve mostrar também os procedimentos experimentais simples que foram adotados durante o estudo e os resultados obtidos, bem como propostas para conter a degradação dos solos ou mesmo para restaurar aqueles que já estão degradados. O vídeo será divulgado na internet, na página social da classe ou da escola.
Duração	24 aulas.
Produto Final	Vídeo.
Avaliação	Avaliação das atividades, apresentações e do vídeo produzido. Autoavaliação.

Fonte: Autores.

A capa do projeto, representada na *Figura 35*, mostra imagens de diferentes tipos de solo, um breve texto que aborda solos bons e ruins para o plantio e seis perguntas para o estudante responder no caderno, no tópico começo de conversa:

1. O que é o solo? O que o solo representa para as plantas? E para os seres humanos?
2. Nas imagens, é possível reconhecer três tipos de solo. Você consegue identificá-los?
3. O que se entende por degradação do solo? Quais são os fatores que podem contribuir para a degradação?
4. Você já observou solos degradados na região onde mora? Imagine, por um momento, a situação de um agricultor cuja propriedade deixou de produzir o alimento da própria família em razão do esgotamento do solo. Como você acha que essa situação afeta a vida dele e da família?
5. O que você conhece sobre o ciclo da matéria nos ecossistemas? Sabe definir organismos detritívoros? E decompositores?
6. Você sabe o que é a fauna edáfica? (Lopes et al, 2020, p. 141).

Figura 35: Capa do Projeto 02 do LD05



Fonte: adaptado de Lopes et al, 2020, p. 140-141.

A situação-problema é abordada em um tópico próprio, que apresenta uma breve diferenciação entre solos orgânicos naturais e solos arenosos não orgânicos. Segue levantando questões sobre a relação entre matéria orgânica e fertilidade e a relação entre erosão e lixiviação e tipos de solo:

Como a matéria orgânica se relaciona com a fertilidade? É verdade que plantas crescem mais em solos orgânicos o que em solos arenosos, quando submetidas a condições hídricas e de iluminação similares? Como a erosão e a lixiviação se relacionam com o tipo de solo e com a remoção da cobertura vegetal? O que pode causar a perda da fertilidade ou do próprio solo? (Lopes et al, 2020, p. 141).

O tópico finaliza apontando ainda que cidadãos preocupados com o meio ambiente devem contribuir para minimizar ou reverter a degradação do solo da região em que vivem.

Segue apresentando o objetivo do projeto, indicado no *Quadro 22*. No manual do professor consta como objetivos específicos:

Formular perguntas e hipóteses seguindo as evidências. Desenvolver comunicação multimidiática. Trabalhar em grupo, respeitando as posições dos colegas. Selecionar fontes confiáveis de informação, desenvolvendo o pensamento crítico. Tomar contato com a cultura *maker*. Descrever aspectos da natureza através da expressão artística. Organizar e sintetizar informações de várias naturezas, por meio de textos, gráficos, tabelas e desenhos. Analisar criteriosamente dados e observações obtidos experimentalmente. Desenvolver a argumentação, oral e escrita, embasada em fatos, dados e informações confiáveis. Produzir um vídeo editado com elementos de diversas naturezas (textos, áudios, fotos e outros elementos audiovisuais). Atuar como cidadãos responsáveis e participativos na sociedade. Conhecer as diferentes áreas do conhecimento relacionados à metodologia STEAM. (Lopes et al, 2020, p. LXIX)

Ainda na etapa Para Pensar, é discutida a justificativa do projeto, que defende que é fundamental apoiar a conservação dos solos já em uso, reduzindo a perda de nutrientes ou promovendo sua restauração, pois a área agrícola e pecuária é finita e a perda de produtividade resulta no desmatamento de novas áreas. A promoção do esclarecimento da população é apresentada como uma maneira de atingir esse objetivo.

Seguindo para o desenvolvimento do projeto, na primeira etapa, definição dos grupos e organização para o trabalho, os estudantes são orientados a se dividirem em grupos e a escolherem um coordenador, que será responsável por organizar e planejar as metas do cronograma, contribuir para a distribuição de trabalho entre os integrantes e colaborar para solucionar problemas de relacionamento pessoais. No manual do professor, é sugerido que esse aluno líder seja alternado de forma que todos os integrantes realizem o papel. É salientada a importância da organização para o desenvolvimento do projeto e que o grupo deve discutir, no início de cada etapa, como as tarefas devem ser divididas entre os integrantes. Por fim, as questões iniciais devem ser retomadas para reflexão.

Na segunda etapa, conhecendo o solo e preparando a coleta de amostras, inicialmente é apresentada uma atividade com quatro questões:

1. Como é formado o solo? Quanto tempo isso pode levar? 2. O que é um perfil de solo? O que são horizontes do solo? 3. O que diferencia solos jovens de solos maduros? Quais são os horizontes e como se caracterizam em solos maduros? 4. Quais são as funções do solo? (Lopes et al, 2020, p. 144).

Os alunos deverão buscar informações em vídeos e textos na internet para respondê-las individualmente no caderno e discutir as respostas em grupo. Após a discussão, o grupo deverá escrever um texto colaborativo com as suas conclusões.

Em seguida são apresentadas as características dos solos orgânicos (humosos) e não orgânicos (arenosos), com um exemplo que está representado na *Figura 36*. Os estudantes são orientados a pensar em locais em seu trajeto de casa para a escola onde poderiam encontrar exemplos de cada tipo de solo.

Figura 36: Tipos de solo apresentados na Etapa 02 do Projeto 02 do LD05



Fonte: Lopes et al, 2020, p. 145.

Para finalizar a segunda etapa, são apresentados os materiais necessários para o desenvolvimento das etapas três, quatro e cinco, representados nas *Figura 37* e *Figura 38*. Os estudantes são orientados a distribuírem os itens a serem providenciados entre todos os integrantes do grupo.

Figura 37: Lista de materiais indicados no Projeto 02 do LD05

1. Para as visitas aos possíveis locais de obtenção dos solos e posteriormente para as coletas

- pá de jardinagem ou pá de corte para cavar os solos e investigar sua natureza;
- telefone celular para fazer fotos e/ou vídeos e assistir ao vídeo indicado.
- luvas de jardinagem.



Professor, reforce aos alunos que esses instrumentos podem causar ferimentos e não devem ser utilizados para brincadeiras.

2. Para os desenhos livres e dos perfis de vegetação

- prancheta;
- régua de 30 cm;
- folhas de sulfite;
- lápis de cor;
- lapiseira ou lápis e apontador;
- 10 m de barbante.
- borracha;



3. Para a coleta de amostras de solo destinada à determinação de porosidade, quantidade de detritos e composição granulométrica e à extração da fauna edáfica

- 60 cm de tubo de PVC branco tipo esgoto, de 2 polegadas de diâmetro;
- 60 cm de tubo de PVC branco tipo esgoto, de 100 mm de diâmetro.

4. Para análise de porosidade, quantidade de detritos e composição granulométrica

- 2 potes de vidro transparente com 6 cm a 8 cm de diâmetro, altos, cilíndricos e com tampa de rosquear;
- colher de pau.



5. Para a construção da bateria de funis de Berlese-Tullgren

- 6 garrafas PET cilíndricas de 1,5 L;
- tesoura com pontas arredondadas;
- fita adesiva;
- 6 pedaços de tela metálica, do tipo mosquiteiro, cortados em círculos no diâmetro da garrafa (se a tela for plástica, deve ser pouco flexível para que suporte um bloco de solo).



Telas metálicas recortadas no diâmetro de uma garrafa PET.

A tela metálica é difícil de cortar com tesoura comum, podendo danificar esse utensílio. Se possível, adquirir a tela metálica com os recortes prontos ou utilizar alicate específico para corte de fios e arames.

Fonte: adaptado de Lopes et al, 2020, p. 146.

Figura 38: Continuação da Lista de materiais indicados no Projeto 02 do LD05

6. Para a construção do suporte com lâmpadas usadas com os funis

- 3,5 m de sarrafo de pinho de 5 cm x 1 cm;
- 3 m de fio elétrico adequado para a voltagem da escola (110V ou 220V) com capacidade para potência total de 6 lâmpadas halógenas de 42 W (watts) e de bitola mínima 2,5 mm;
- 6 lâmpadas halógenas de bulbo de 42 W cada uma;
- pregos de 2,5 cm x 1,5 mm;
- 6 soquetes para lâmpadas;
- plugue macho;
- serra fina;
- martelo;
- estilete;
- fita isolante;
- luvas de marceneiro;
- luvas de proteção para risco elétrico de baixa tensão.

Não usar lâmpadas LED nesse experimento, pois elas não aquecem o ambiente.



7. Para acondicionar as amostras

- 15 sacos plásticos de aproximadamente 40 cm de largura. Podem ser sacos de lixo de 20 L, mas não devem ser muito finos para evitar rompimento. Outra opção é usar sacos grandes com fechamento hermético;
- arames encapados ou braçadeiras de nylon;
- filme plástico impermeável para embalar alimentos;
- etiquetas adesivas de 5 cm de comprimento;
- caneta (marcador) permanente.



8. Para o plantio das sementes de feijão

- 6 vasos plásticos de 15 cm a 20 cm de diâmetro x 20 cm a 25 cm de altura (ou, alternativamente, 6 garrafas PET devidamente cortadas como mostra a figura a seguir);
- sementes de feijão-carioca.



9. Para a observação da fauna edáfica

- 2 pratos de vidro transparente;
- 2 pincéis finos;
- papel branco do tamanho do prato;
- pedaço de cartolina preta do tamanho do prato;
- 2 lupas de mão;
- 2 potes de vidro pequenos com tampa;
- álcool etílico comercial (46,2 INPM/54 °GL).



Fonte: adaptado de Lopes et al, 2020, p. 147-148.

A terceira etapa, definição dos pontos de coleta, estudo dos procedimentos de campo e construção de instrumentos para a coleta, inicia com a escolha do local e data da coleta das amostras. Como tarefa, solicitam que os grupos visitem de antemão os possíveis locais para coleta de amostras, levando pás para cavarem buracos de aproximadamente 30cm de profundidade para conferirem o tipo do solo e um telefone celular para registrar suas descobertas.

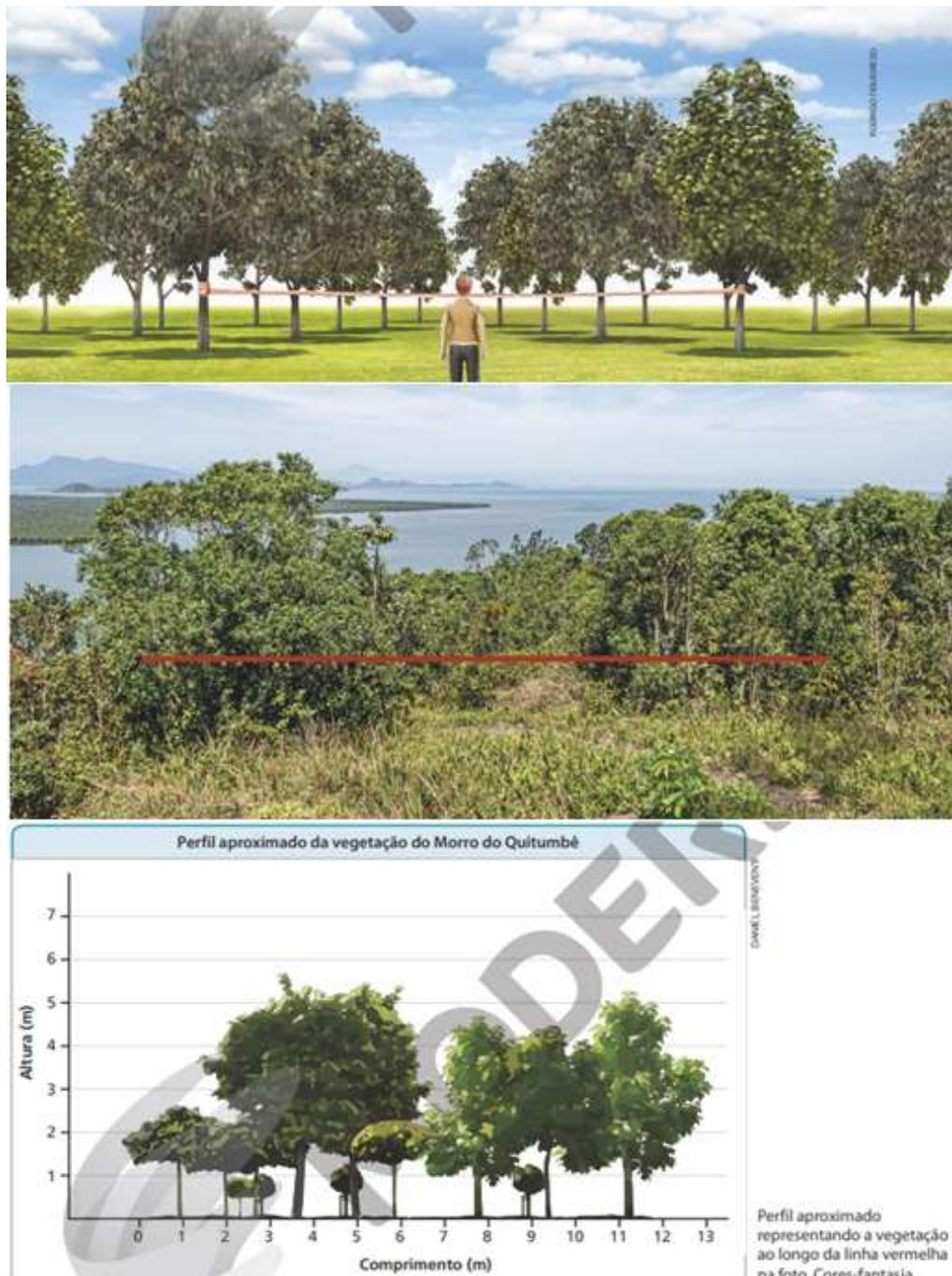
Em seguida são apresentados os procedimentos em campo, elencando os pontos que deverão ser observados pelos estudantes e dando instruções de como selecionarem a amostra necessária:

Em cada um dos pontos de coleta, observem os aspectos que lhes permitam responder às seguintes questões: Como é a vegetação em cada ambiente? Existem árvores? Em caso positivo, qual é o tamanho aproximado das mais altas? Elas justapõem as copas ou há “buracos” por onde a luz possa passar e chegar ao solo? Há plantas epífitas nos galhos das árvores? E trepadeiras de folhas largas (lianas)? No terreno arenoso, o solo está exposto ou coberto por vegetação? Se houver herbáceas (plantas de pequena altura, com caules suculentos ou bem pouco lenhosos), há um tipo dominante (capins, dicotiledôneas)? Aproximem-se do solo; se houver plantas, tentem verificar algo que esteja acontecendo entre as folhas. Se houver serapilheira, façam o mesmo. Com relação ao solo propriamente dito: há um horizonte O (camada orgânica superficial)? Usando luvas de jardinagem, separem uma amostra de solo e verifiquem, com o auxílio de um graveto ou pinça, se não há animais, espinhos ou outros elementos que possam causar acidentes. Se não houver perigo, manipulem com cautela essa amostra e respondam: o solo é duro? Macio? Seco? Úmido? Qual é a cor dele? Andando pelo local, em um raio de 10 m a 20 m, vocês observam variações nas características do solo? Quais? (Lopes et al, 2020, p. 149).

Os estudantes são orientados a distribuírem os trabalhos entre si e a realizarem os procedimentos com rigor e responsabilidade. São oferecidas ainda dicas de fotografia, em relação a enquadramento, foco e nível de exposição, visando melhorar a qualidade dos registros fotográficos.

Além das fotos para registro, os alunos são orientados a desenharem o panorama e a vegetação do local escolhido. Outra ação solicitada é a produção do perfil da vegetação, que consiste em amarrar um barbante por cerca de oito a dez metros e representar, em desenho, a vegetação em uma faixa de um metro de largura, conforme indicado na *Figura 39*.

Figura 39: Exemplos de perfil de vegetação apresentados na Etapa 03 do Projeto 02 do LD05



Fonte: adaptado de Lopes et al, 2020, p. 150-151.

Para coleta do solo para o plantio das sementes de feijão, os estudantes são solicitados a preparar vasos com aproximadamente 15 cm a 20 cm de diâmetro e 20 cm a 25 cm de altura e calcular o volume do mesmo.

Antes de cavar o solo, a cobertura de detritos deve ser removida e os buracos devem ser cavados com aproximadamente 30 cm a 40 cm de diâmetro por 30 cm de profundidade, com as paredes bem verticais, que devem ser registradas por foto.

Utilizando a pá de jardinagem, os estudantes são solicitados a encher três sacos de três a quatro litros de terra, retirados dos 15cm superficiais do horizonte A. Do solo arenoso, devem extrair solo dos 15 cm superficiais.

A seguir, são apresentadas as orientações para a construção dos 12 anéis de PVC para coleta do solo, que devem ter 7 cm de comprimento, metade com 2 polegadas de diâmetro e a outra metade com 100 mm de diâmetro. Para a coleta das amostras são oferecidas as seguintes instruções:

Em cada tipo de solo vocês coletarão três amostras com os anéis pequenos e mais três com os grandes. As seis amostras de cada tipo de solo devem estar distribuídas em um raio de 1 m em torno do buraco que cavaram para tirar a terra para os vasos; para os dois solos, coletarão um total de doze amostras. Depois de introduzirem cada anel totalmente no solo, cavem em torno com a pá de jardinagem e retirem o amostrador, que deverá estar completamente cheio. Se perceberem excesso de solo, aparem com o lado da pá (Lopes et al, 2020, p. 152).

A Figura 40 representa o esquema oferecido para auxiliar o processo de coleta.

Figura 40: Orientações para coleta apresentados na Etapa 03 do Projeto 02 do LD05



Fonte: adaptado de Lopes et al, 2020, p. 152.

Os tubos com as amostras devem ser identificados com o nome do grupo e o tipo de solo. Os alunos são instruídos a embrulharem cada um dos seis anéis menores com um filme plástico para evitar perdas e dessecação. Os seis anéis maiores deverão ser guardados em um saco plástico individual. Os sacos plásticos devem ser acondicionados à sombra, sem serem empilhados e em ambiente fresco para não prejudicar a fauna.

Ainda na etapa três, é explicada a construção e o funcionamento do funil de Berlese-Tüllgren:

Os funis de Berlese-Tüllgren são uma antiga e eficaz maneira de extrair pequenos invertebrados tanto do solo quanto da serapilheira (fauna edáfica). O princípio é simples: cria-se ao longo do material da amostra um gradiente de temperatura e umidade usando o calor de uma lâmpada halógena colocada sobre a amostra. A temperatura na superfície do material aumenta ao mesmo tempo que a umidade diminui por dessecação, por evaporação. Com isso,

os animais vão migrando para baixo até caírem em um líquido fixador, geralmente álcool (46,2 INPM/54o GL). Para evitar que os animais morram antes de migrar, a temperatura não pode subir além de cerca de 30 °C ou 35 °C; por isso, a lâmpada não pode ficar muito próxima da amostra (Lopes et al, 2020, p. 153).

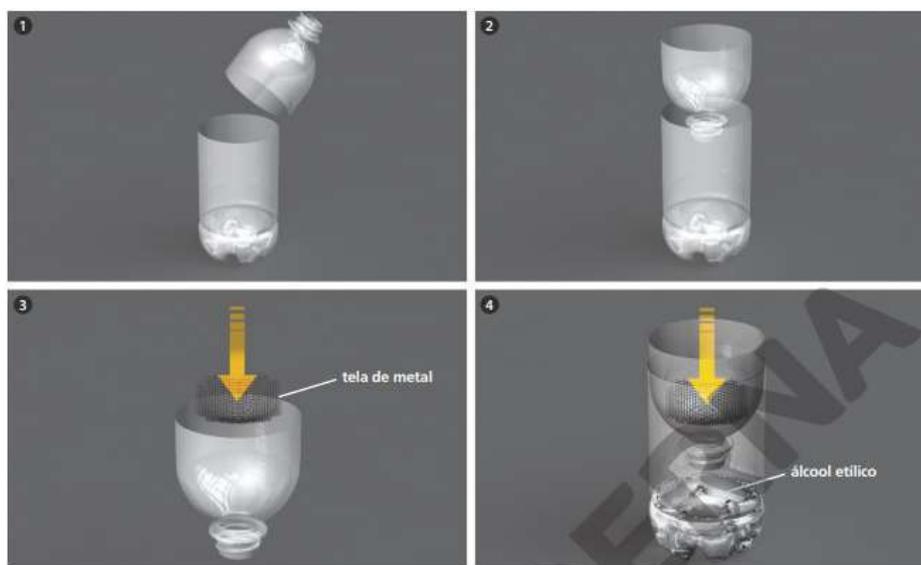
A *Figura 41* ilustra o aparato, enquanto a *Figura 42* indica a forma de montagem do funil.

Figura 41: Funil de Berlese-Tüllgren sem escala apresentado na Etapa 03 do Projeto 02 do LD05



Fonte: adaptado de Lopes et al, 2020, p. 152.

Figura 42: Montagem do funil de Berlese-Tüllgren indicado na Etapa 03 do Projeto 02 do LD05

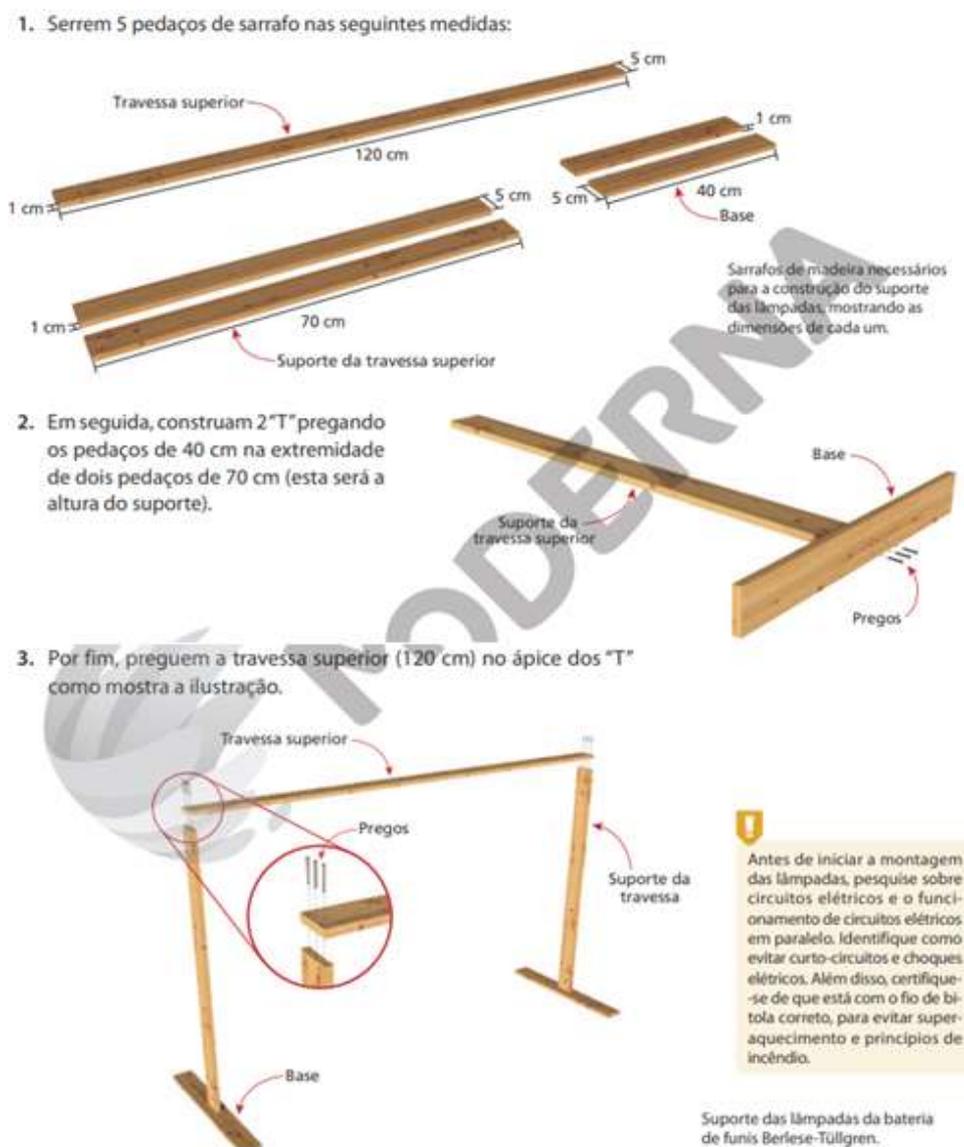


Fonte: adaptado de Lopes et al, 2020, p. 152.

Os estudantes são orientados a montar seis funis usando as garrafas PET e as telas de metal, uma vez que trabalharão com três amostras de cada solo. Para auxiliar esse processo são indicados dois vídeos que mostram a construção de funis de Berlese-Tüllgren.

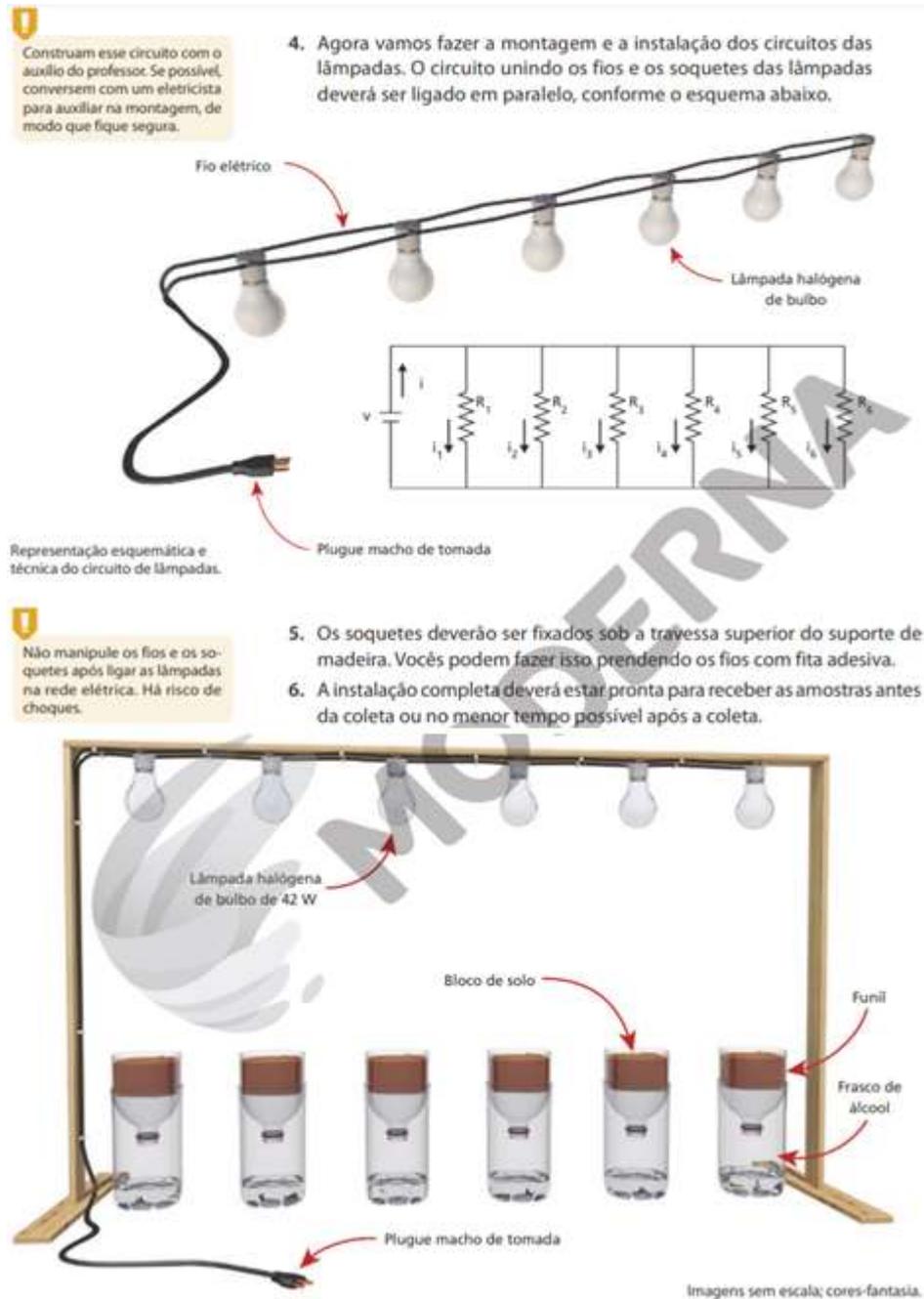
Como as lâmpadas devem ficar suspensas sobre os funis de Berlese-Tüllgren, é necessário que os estudantes construam um suporte. Os autores indicam um passo a passo de montagem que se trata de uma sugestão, pois eles são orientados de que qualquer tipo de estrutura que sustente as lâmpadas é aceitável. A *Figura 43* e *Figura 44* mostra o passo a passo para a montagem do suporte, que finaliza a etapa três.

Figura 43: Passo a passo para a montagem do suporte e funil de Berlese-Tüllgren apresentado no Projeto 02 do LD05



Fonte: adaptado de Lopes et al, 2020, p. 155.

Figura 44: Continuação do passo a passo para a montagem do suporte e funil de Berlese-Tüllgren apresentado no Projeto 02 do LD05



Fonte: adaptado de Lopes et al, 2020, p. 156.

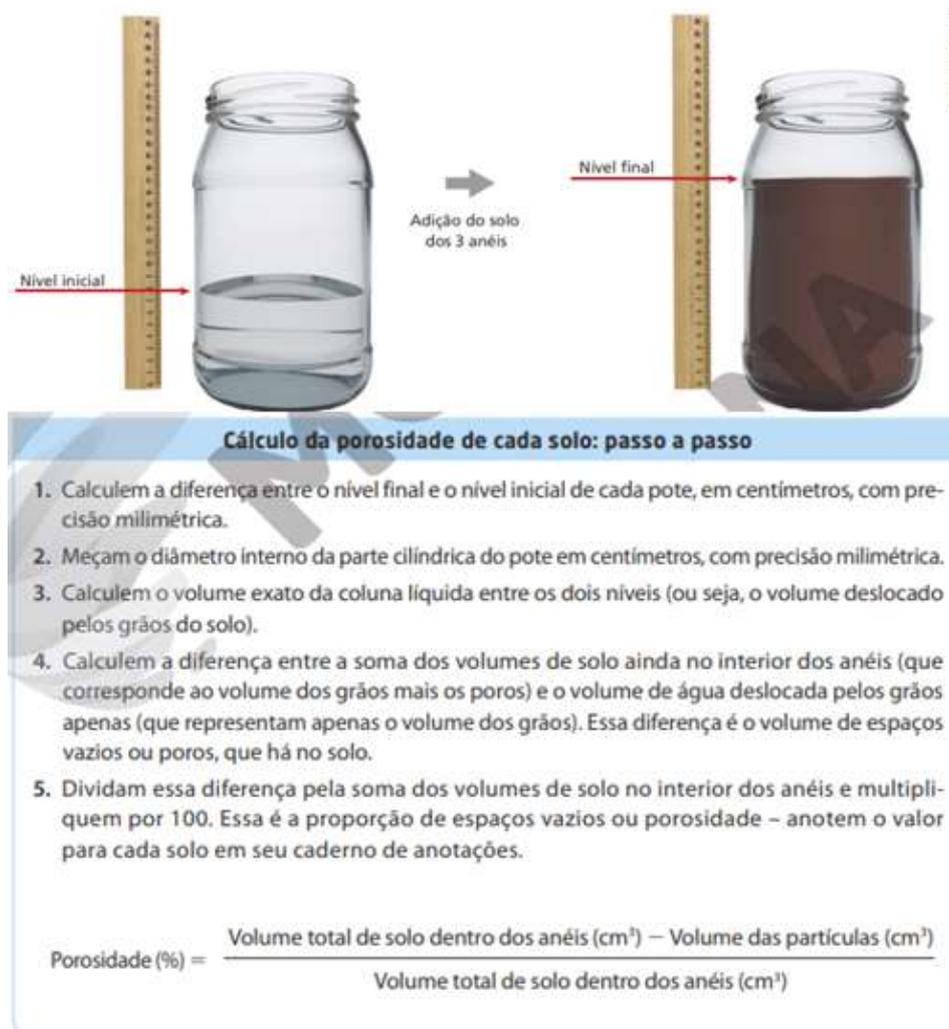
A quarta etapa, atividade externa: observações e coleta das amostras, orienta a execução dos trabalhos propostos na etapa anterior. É frisada a importância do registro das atividades e a possibilidade de refazerem algum procedimento que não tenha sido bem executado.

A quinta etapa, análise das amostras e plantio das sementes de feijão, traz as orientações com o passo a passo a ser realizado para analisar a porosidade e a quantidade

de detritos, composição granulométrica e quantidade de argila das amostras, para a instalação da bateria dos funis de Berlese-Tüllgren e para o plantio e manutenção das sementes de feijão.

Para as análises da porosidade, além do passo a passo, utiliza um esquema para ilustrar o procedimento e indica a fórmula matemática que deve ser utilizada, representados na *Figura 45*.

Figura 45: Informações para análise da porosidade indicadas na Etapa 05 do Projeto 02 do LD05



Fonte: adaptado de Lopes et al, 2020, p. 158.

Para a análise da quantidade de detritos, composição granulométrica e quantidade de argila das amostras, além do passo a passo indicado, utilizam dois quadros que abordam o tamanho das partículas minerais que podem compor o solo e a textura do solo em função da proporção de areia e argila, indicados na *Figura 46*.

Figura 46: Frações granulométricas apresentadas na Etapa 05 do Projeto 02 do LD05

Tamanho das partículas minerais que podem compor o solo	
Fração granulométrica	Diâmetro das partículas individuais do solo
Matacão	Maiores que 20 cm
Calhau	Entre 2 cm e 20 cm
Cascalho	Entre 2 mm e 2 cm
Areia	Entre 0,05 mm e 2 mm
Silte (ou "limo")	Entre 0,002 mm e 0,05 mm
Argila	Menores que 0,002 mm

Textura do solo em função da proporção de areia e argila	
Textura	Definição
Muito argilosa	Solos com mais de 60% de argila
Argilosa	Solos com 35% a 60% de argila
Siltosa (ou "limosa")	Solos com argila < 35% e areia < 15%
Média (ou "franca")	Solos com menos de 35% de argila, mais de 15% de areia, e que não sejam de textura arenosa
Arenosa	Solos com areia \geq 70% e sem argila; ou areia \geq 75% e argila < 5% ou areia \geq 80% e argila < 10% ou areia \geq 85% e argila < 15%

Fonte: adaptado de Lopes et al, 2020, p. 159-160.

Para a instalação da bateria de funis de Berlese-Tüllgren, os estudantes são solicitados a, além de seguir o passo a passo, colocar as seis amostras de solo dos anéis maiores nos respectivos funis, conforme indicado na *Figura 47*.

Figura 47: Frações granulométricas apresentadas na Etapa 05 do Projeto 02 do LD05



Fonte: Lopes et al, 2020, p. 160.

Para finalizar a etapa cinco, é encaminhado o plantio e manutenção das sementes de feijão, que consiste em:

1. Usando luvas de jardinagem, distribuam esse material em seis vasos, colocando o conteúdo de cada saco em um vaso. À medida que forem passando os solos dos sacos para os vasos, desfaçam com as mãos os torrões e retirem eventuais pedras. Os vasos devem ser preenchidos até 2 cm ou 3 cm abaixo da borda, e o solo deve estar igualmente compactado em todos. Com o marcador permanente, identifiquem o grupo e o tipo de solo em cada vaso.
2. Seleccionem 60 sementes, descartando as que se apresentem rugosas ou com furos. Distribuam essas sementes entre os seis vasos apertando cada uma verticalmente com o dedo indicador até que seja enterrada cerca de 1 cm e fechando o orifício em seguida. Não compactem o solo sobre as sementes.
3. Coloquem os seis vasos em um local bem iluminado. Não agrupe os de solo orgânico em um lado e os de solo arenoso em outro; pelo contrário, misture-os. É muito importante que todos os vasos estejam sujeitos à mesma luminosidade e à mesma temperatura (Lopes et al, 2020, p. 161).

Os estudantes são orientados de que os vasos devem ficar no mesmo local por três semanas e devem ser molhados apenas o suficiente para umedecer o solo. Assim que as sementes germinarem, elas devem ser contadas e a quantidade de pés de feijão deve ser a mesma em todos os vasos, então as plântulas excedentes devem ser removidas. Semanalmente devem ser realizados os registros fotográficos dos vasos, com o auxílio de uma régua para servir de referência do tamanho.

Na sexta etapa, conhecendo a fauna edáfica, é solicitada uma pesquisa sobre o que ela é e qual a sua importância para que, em seguida, os estudantes respondam à atividade, que consiste em seis questões sobre os principais aspectos da fauna edáfica:

1. O que é fauna edáfica?
2. O que é mesofauna?
3. Quais são os dois tipos de organismo mais comuns na mesofauna? Qual é o hábito alimentar desses animais?
4. Qual é o papel da fauna edáfica na fertilidade do solo?
5. O que ocorre com a fauna edáfica quando os solos se degradam ou perdem matéria orgânica?
6. Que hipóteses vocês propõem para explicar de que modo os inseticidas podem afetar o solo e sua fertilidade? (Lopes et al, 2020, p. 163).

Eles deverão discutir, em grupo, as respostas individuais. O próximo tópico refere-se à análise da fauna edáfica, no qual os alunos analisarão, separadamente, o material do solo orgânico e o do arenoso coletados no funil de Berlese-Tüllgren. Por fim, sugere-se a manutenção e controle do crescimento dos pés de feijão.

Na sétima etapa, observação dos pés de feijão, levantamento e organização de resultados e mídias disponíveis, são propostos, inicialmente, a análise e manutenção dos pés de feijão e o levantamento e organização dos dados e mídias acumulados ao longo do projeto. Para isso, é indicado um modelo de tabela para a organização dos dados, representado na *Figura 48*.

Figura 48: Modelo apresentado na Etapa 07 do Projeto 02 do LD05

Modelo de tabela para organização dos dados			
	Natureza do registro	Solo orgânico	Solo arenoso
Local(is) de coleta	Anotações pessoais		
	Desenhos descritivos		
	Desenhos artísticos		
	Perfis de vegetação		
	Altura aproximada da vegetação		
	Horizontes dos solos (imagens)		
	Procedimentos		
Porosidade	Valores		
	Procedimentos		
Estrutura granulométrica (textura) e quantidade de detritos	Imagens		
	Proporção de argila		
	Tipo provável de textura		
	Quantidade de detritos		
Pés de feijão	Imagens após 1 semana (altura 1)		
	Imagens após 2 semanas (altura 2)		
	Imagens após 3 semanas (altura 3)		
	Sobreviventes após 1 semana (valor)		
	Sobreviventes após 2 semanas (valor)		
	Sobreviventes após 3 semanas (valor)		
	Procedimentos		
Pesquisa digital – Fauna edáfica	Recortes digitais		
Fauna edáfica	Número de indivíduos		
	Imagens digitais		
	Procedimentos		

Fonte: Lopes et al, 2020, p. 160.

A seguir os estudantes são solicitados a realizar uma pesquisa sobre fatores que podem acarretar a degradação do solo e sobre procedimentos de conservação e restauração do solo. Após a pesquisa, eles devem ser capazes de responder, no caderno, as questões solicitadas:

1. O que é erosão hídrica? De que maneira ela ocorre (papéis da chuva e do escoamento da água)?
2. Qual é a importância da porosidade do solo para as plantas e para a fauna edáfica?
3. As plantas e os detritos orgânicos afetam a porosidade do solo?
4. De que modo a porosidade afeta a infiltração e a erosão?
5. Qual é a relação entre a cobertura vegetal e a erosão do solo? O que acontece com o solo orgânico quando a cobertura vegetal é removida e ele fica exposto?
6. Por que solos arenosos costumam ser menos férteis?
7. Qual é o solo mais vulnerável à erosão: o orgânico ou o arenoso? Por quê?
8. O que é desertificação? Quais são suas causas naturais e antrópicas? Como evitar ou reverter esse processo? (Lopes et al, 2020, p. 166).

Na etapa oito, síntese e interpretação dos resultados, são solicitados o último registro da observação dos pés de feijão e a síntese dos resultados em formato de tabelas, figuras e gráficos. Os gráficos deverão evidenciar as diferenças entre o solo orgânico e o

solo arenoso quanto à “altura aproximada da vegetação, porosidade do solo, quantidade de detritos, proporção de argila, altura aproximada dos pés de feijão após 1, 2 e 3 semanas do plantio e número de indivíduos da fauna edáfica” (Lopes et al, 2020, p. 167).

Para finalizar a etapa oito, é proposta uma atividade com nove questões, que visam nortear as reflexões que serão utilizadas na apresentação para o congresso da classe:

1. Há diferenças entre o solo orgânico e o arenoso em termos de aspecto na superfície e perfil vertical (imagens das paredes do buraco que cavaram)? Resgatem neste momento suas anotações de campo.
2. Há diferenças quanto à cobertura vegetal (altura, densidade – rala, densa – e tipos de planta mais comuns – arbóreas, arbustivas ou herbáceas)?
3. Qual dos solos é mais poroso? Vocês esperavam um resultado como o que obtiveram? Se o resultado não foi o esperado, como o justificariam com base em suas observações (levantem hipóteses)?
4. Qual foi a diferença observada quanto à textura desses solos (porcentagem de argila/areia)?
5. Houve diferença no desenvolvimento dos pés de feijão entre os dois solos analisados? Se houve, como vocês justificariam, sabendo que todos os vasos tiveram o mesmo suprimento de luz e água e que todas as sementes foram do mesmo tipo (levantem hipóteses)? O resultado correspondeu à hipótese inicial do grupo?
6. Calculem as razões entre a variação semanal de tamanho médio dos pés de feijão para cada tipo de solo e esse tempo em dias. São 3 valores: entre o plantio e a semana 1, entre a 1 e a 2 e entre a 2 e a 3. Essas razões informam sobre o ritmo de crescimento a cada semana ou taxa semanal de crescimento. Façam um gráfico de linhas para representar as taxas ao longo do tempo para os dois solos que estão sendo comparados. Há variação da taxa ao longo das 3 semanas em cada solo? Comparando os solos, há diferença na forma das linhas (curvas)?
7. Comparem os solos quanto à abundância da fauna edáfica. Houve diferença? Foi o resultado esperado? Que hipóteses vocês poderiam sugerir para explicar o resultado obtido?
8. Com base nos dados e nos resultados da pesquisa do seu grupo, vocês poderiam concluir qual dos dois solos amostrados é mais suscetível à degradação? A quais perguntas seria necessário responder antes de fazer essa avaliação? Que fatores vocês acham que poderiam levar à degradação nos dois casos (levantem hipóteses)?
9. Qual seria o motivo de as amostras de solo para análises de porosidade e textura terem sido coletadas em triplicata (três amostras por solo), e não em um único ponto? (Lopes et al, 2020, p. 167-168).

A etapa nove, preparo da apresentação para o congresso da classe, consiste na preparação de uma apresentação de dez a 15 minutos, na qual os alunos deverão apresentar seus resultados e interpretações sobre o projeto. A apresentação deve conter material visual, podendo ser digital ou não.

A etapa dez abrange o congresso da classe, apresentações dos grupos e discussões. Na etapa 11, produção do roteiro do vídeo, os estudantes deverão selecionar dentre as fotos e os vídeos que produziram, as imagens capturadas durante as pesquisas desenvolvidas e os dados organizados em tabelas, o material para compor o vídeo, além de incluir uma narração. Os autores orientam que o vídeo

deve mostrar para as pessoas da comunidade escolar e de fora dela as características dos tipos de solo estudados, os procedimentos gerais adotados para detectá-las, os fatores que podem levar à degradação e, finalmente, as

possibilidades de conservação e restauração desses solos. (Lopes et al, 2020, p. 169).

Já a etapa 12, edição do vídeo e divulgação na internet orienta os estudantes a produzir e editar um vídeo que deve ser divulgado virtualmente no *site* da escola, se houver e em redes sociais ou rede de compartilhamento de vídeo.

Para a avaliação, é oferecido um quadro de autoavaliação, representado na *Figura 49*, ao qual os alunos devem responder em seus cadernos. Também é sugerido que o professor avalie as atividades que os alunos fizeram ao longo do processo.

Figura 49: Quadro de autoavaliação apresentado pelo Projeto 02 do LD05



Reflexão	Sim	Parcialmente	Não
Envolveu-se com o trabalho?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Empenhou-se em contribuir estendendo as buscas e procurando informações adicionais para enriquecer o trabalho do grupo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deu espaço para a participação dos colegas e respeitou as opiniões deles?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Participou de forma ativa das coletas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Esforçou-se para aprender a fazer as análises e executá-las com rigor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teve dificuldades no desenvolvimento do projeto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Percebeu o desenvolvimento de habilidades ao longo do projeto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ficou satisfeito com o produto final do seu grupo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fonte: Lopes et al, 2020, p. 170.

5.4.4 Análise do Projeto 02 do LD05

O objetivo do projeto é produzir um vídeo para promover a conservação do solo, que deverá ser divulgado na internet, na página social da classe ou da escola. Tanto o objetivo geral, quanto os objetivos específicos apresentados no manual do professor são possíveis de serem realizados em âmbito escolar. No entanto, as atividades propostas nas etapas seguintes, que não constam nos objetivos, são complexas e exigem que vários passos sejam realizados fora da escola, com materiais que não são acessíveis, o que dificulta muito a realização do projeto.

O projeto se inicia com perguntas para o estudante responder no caderno, que abordam o que é solo, tipos de solo, degradação do solo, ciclos da matéria no ecossistema e fauna edáfica. Tais perguntas visam suscitar uma discussão acerca dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre a temática do projeto. No manual do professor, é orientado

que se realize a diagnose do projeto, registrando os conhecimentos prévios, as curiosidades, dúvidas e questionamentos dos estudantes sobre o tema. Esse momento se assemelha ao cliché proposto por Fourez e colaboradores, pois além de fomentar uma discussão sobre os conhecimentos prévios dos estudantes, também orienta que elas sejam registradas.

A situação-problema é abordada em um tópico próprio, que levanta questões sobre a relação entre matéria orgânica e fertilidade e a relação entre erosão e lixiviação e tipos de solo. Ela não é formulada como uma questão que possibilite visualizar o contexto, os destinatários e a finalidade do projeto. Por isso, não consideramos que ela se assemelha ao entendimento de situação-problema de Fourez e colaboradores.

Ressaltamos que não identificamos nos livros este ponto de vista, eles representam nossa reflexão sobre as propostas analisadas e nosso entendimento sobre o referencial mais adequado para o contexto de sala de aula, em nosso contexto escolar.

Na primeira etapa não constatamos dificuldades para execução. Já na segunda etapa identificamos a falta de orientação quanto a fontes de pesquisa para os estudantes realizarem a busca solicitada e a quantidade de materiais necessários para o desenvolvimento do projeto (mais de 40 itens, muitos de custo elevado). Acreditamos que a própria lista de materiais já inviabiliza o desenvolvimento do projeto.

As etapas três a seis englobam as atividades que devem ser realizadas em ambiente externo à escola, apresentando várias dificuldades e riscos aos estudantes. O manual do professor recomenda que “para a preparação de equipamentos para coleta e análise, converse com os estudantes a respeito dos procedimentos, orientando-os de acordo com as melhores práticas de segurança” (Lopes et al, 2020, p. LXXV). A versão do aluno apresenta as seguintes orientações (em cor vermelha e tamanho menor que o texto geral, o que indica ser uma orientação para o professor):

Recomende aos alunos o uso de calça comprida, botas adequadas à caminhada, boné e blusa de manga longa no dia da coleta. Dependendo das condições climáticas, também solicite que levem capas de chuva ou filtro solar. Instrua-os a levar água potável para hidratarem-se no percurso. Como não serão realizadas medidas em campo, a coleta não deverá levar muito tempo em cada local – a previsão é de cerca de uma hora no mínimo, mas esse tempo pode aumentar em razão das observações do ambiente e da produção de desenhos e perfis. Os grupos devem sempre estar acompanhados de um docente, assistente, monitor ou responsável. Combinem um ponto e um horário de encontro, para o caso de algum integrante do grupo se perder. Não realizar essa atividade à noite e identificar antecipadamente os serviços de emergência da região (Lopes et al, 2020, p. 148-149).

Não consideramos viável o desenvolvimento das atividades de campo, pela quantidade e custo dos materiais, pelo tempo necessário para a execução e pela logística de acompanhar os estudantes para que realizem os passos solicitados.

As etapas sete e oito abrangem a análise, manutenção e registro dos pés de feijão. Consideramos que essas atividades necessitam de um tempo longo para sua execução, o que torna complexo conciliá-las com as demais demandas da vida escolar dos estudantes. Além disso, é solicitada a síntese dos resultados em formato de tabelas, figuras e gráficos, o que carece de maiores explicações.

As etapas nove e dez consistem na preparação de uma apresentação de dez a 15 minutos a ser realizada no congresso da classe. Na etapa 11 e 12, os alunos deverão, com o acervo que construíram ao longo do projeto, produzir e editar um vídeo que será divulgado virtualmente. Novamente consideramos que faltaram instruções para fundamentar a execução das atividades solicitadas.

Compreendemos esse projeto como teórico e prático: teórico no sentido em que pede para os estudantes estudarem sobre os conceitos e prático, na qual são solicitados a distribuir informações sobre o que estudaram para outros destinatários.

5.4.5 Análise Geral do LD05

Lopes et al (2020) não explicitam a adoção de um referencial teórico-metodológico para a prática da integração dos conhecimentos disciplinares de física, química, biologia, arte e língua portuguesa. Assim, consideramos para a análise as concepções dos referenciais teóricos apontados para a discussão da interdisciplinaridade: Ivani Fazenda e Hilton Japiassú.

Fazenda (2008) defende que a interdisciplinaridade se torna possível com a reunião entre várias disciplinas, mobilizadas a partir de um mesmo objeto, ou situação-problema, além de destacar a importância do diálogo para o processo interdisciplinar.

Japiassú (1976) distingue quatro formas de justaposição de conhecimentos disciplinares escolares na execução de um projeto de ensino na escola. Ele compreende como multidisciplinaridade a justaposição de recursos de várias disciplinas, sem implicar necessariamente um trabalho de equipe e coordenado. A justaposição sem integração é o elemento diferenciador de um projeto pautado na pluridisciplinaridade, pois nele o agrupamento das disciplinas, envolvidas na execução do projeto, ocorre em um mesmo nível hierárquico.

O autor caracteriza a interdisciplinaridade pela colaboração dos especialistas disciplinares, coordenados pelo mais experiente. No final do processo interativo, mediante negociação, ocorrerá a integração dos conhecimentos de forma que cada disciplina seja enriquecida com o desenvolvimento do projeto (Japiassu, 1976). O autor compreende a transdisciplinaridade como a ultrapassagem do estado interdisciplinar, com disciplinas e interdisciplinas coordenadas em um ensino inovador.

Analisamos o manual do professor do LD05 buscando indicações dessas concepções. No entanto, diferente do encontrado no LD01, esta obra não realiza uma descrição geral dos projetos antes de discutir seus elementos e etapas. Quanto ao segundo projeto, os autores pontuam que

Para o desenvolvimento do projeto, é desejável que o professor líder do projeto seja químico, físico ou biólogo e apresente certas habilidades específicas. Ele deve transitar à vontade pela ecologia de ecossistemas terrestres com ênfase na ciclagem de nutrientes e tipos de vegetação e deve estar familiarizado com elementos de pedagogia. Deve também estar habituado com a formulação de explicações interdisciplinares, trabalhos de campo e orientação de grupos de estudantes, além do uso de equipamentos digitais (computador, celular etc.) e trabalhos com mídias diversas. Familiaridade com softwares e técnicas de tratamento e de edição de imagens (fotos e vídeos) também são altamente desejáveis. É importante que os professores envolvidos tenham encontros periódicos para planejar e discutir o andamento do projeto, possibilitando, dessa maneira, maior fluidez durante o seu desenvolvimento (Lopes et al, 2020, p. LXIX, grifo nosso).

Podemos relacionar a necessidade de um profissional mais experiente com o entendimento de interdisciplinaridade de Japiassú (1976), que entende que a colaboração dos especialistas disciplinares, coordenados pelo mais experiente no gerenciamento de projetos, mediante negociação das partes, possibilitará a integração dos conhecimentos de forma que cada disciplina seja enriquecida com o desenvolvimento do projeto.

Lopes et al (2020) defendem que

Mais do que se preocupar em definir os diversos níveis de interação entre as disciplinas, o importante é o aprimoramento do educando como pessoa humana, considerando sua formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico. Para isso, há necessidade de que sejam trabalhados diversos elementos que não se constituem em conteúdos de uma única disciplina e vão muito além do trabalho com conceitos (Lopes et al, 2020, p. IX).

Apesar dos autores fundamentarem os projetos a partir da perspectiva da ABP, conseguimos evidenciar algumas relações com o descrito por Fazenda (2008), como a mobilização de diferentes disciplinas a partir de uma situação-problema e a importância do diálogo para o processo. Conseguimos relacionar a noção de um coordenador mais

experiente apresentada por Japiassú (1976) com o descrito na seção perfil do professor coordenador do projeto dois.

CONSIDERAÇÕES CONSTRUÍDAS

Esta pesquisa teve como motivação as inquietações de uma professora da disciplina de física ao selecionar um livro didático de Projetos integradores, para utilização no ano letivo seguinte. A falta de uma definição clara de integração e prática interdisciplinar resultou no problema de pesquisa: Como as obras aprovadas pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático PNLD, catálogo de 2021, definiram a interdisciplinaridade nos projetos integradores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e como as obras que utilizam um referencial específico de interdisciplinaridade sugerem a integração de conhecimentos disciplinares na execução das propostas em projetos de STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática).

Buscamos identificar como a área de ensino assumia a definição de interdisciplinaridade e a partir de quais referenciais, analisando os 348 periódicos classificados como A1 e A2, no quadriênio de 2013-2016 para selecionar os 56 que contemplavam no foco e escopo o ensino de ciências. Neles, identificamos 902 artigos que apresentavam as palavras-chave interdisciplinaridade ou interdisciplinar no corpo do texto, mas apenas 133 trabalhos investigavam a interdisciplinaridade, sendo classificados em oito categorias: aplicação (18); Campo de conhecimento permeável (6); Formação de professores (41); Livros didáticos (3); Revisão de literatura (12); Artigo teórico (18); utilizaram como referencial Gerard Fourez (11) e outros (24).

A análise destes 133 trabalhos resultou na identificação dos principais referenciais utilizados como especialistas sobre interdisciplinaridade: Hilton Japiassú, Jurjo Santomé, Yves Lenoir, Olga Pombo, Ivani Fazenda, Gérard Fourez, Alain Maingain, Barbara Dufour, Julie Klein e Allen Repko.

Considerando-os como aporte teórico para interdisciplinaridade, sintetizamos o ponto de vista destes especialistas partindo da definição de disciplina até as diferentes formas de integração por eles descritas e as possibilidades práticas.

Confirmamos que as práticas de integração disciplinar representam movimentos que surgiram como resposta à fragmentação do conhecimento disciplinar, discriminados conforme os níveis de integração das disciplinas e a interação dos seus especialistas: a multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, codisciplinaridade, interdisciplinaridade e suas vertentes, e a transdisciplinaridade. Práticas que se diferenciam pelo simples

empréstimo de teorias e metodologias até os deslocamentos ou diluição dos conhecimentos partilhados.

A compreensão das diferentes concepções de interdisciplinaridade e de uma metodologia para a construção de uma representação interdisciplinar guiou a análise das 13 obras de Projetos Integradores, indicadas pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD).

Para contextualizar estas 13 obras analisadas apresentamos uma descrição do PNLD, programa que avalia e fornece obras didáticas, pedagógicas e literárias, entre outros materiais, às escolas públicas de educação básica. Discorremos sobre as obras denominadas Projetos Integradores, que se baseiam no trabalho de competências e habilidades propostas pela Base Nacional Comum Curricular BNCC. Apresentamos detalhes dos quatro temas para Projetos Integradores: Mediação de Conflitos, Mídiaeducação, Protagonismo Juvenil e STEAM.

Utilizamos como recorte os projetos de STEAM, por serem aqueles que buscam integrar os conhecimentos da área de conhecimento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias integradas com Matemática e Artes, para compreensão e resolução de problemas do mundo real. Essa escolha foi influenciada pela formação em física licenciatura e o entendimento de que os demais projetos exigem conhecimentos de uma especialidade distante da nossa e exigiria extrapolar as fronteiras disciplinares para além da área de conhecimento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Feita essa discussão teórica, analisamos as 13 obras destinadas aos estudantes (#Novo Ensino Médio (Pugliese, 2020), +Ação (Tronolone, 2020), Conhecer e Transformar (Artacho, 2020), De Olho no Futuro (Mendonça, 2020), Identidade em Ação (Bezerra, 2020), Integração e Protagonismo (Waldhelm, 2020), Integralis (Machado, 2020), Integrando Saberes (Campos, Moraes e Lima, 2020), Jovem Protagonista (Souza, Aragão e Riqueza, 2020), Moderna em Projetos (Carnevalle, 2020), Práticas na Escola (Bacich e Holanda, 2020), Ser Protagonista e Vamos Juntos, Profe! (São Pedro, Schechtmann e Mattos, 2020)) e os respectivos manuais do professor.

Empregamos na análise destes 26 documentos as categorias que atribuímos para as definições de interdisciplinaridade assumidas por: Hilton Japiassú (Colaboração; Processo interativo), Jurjo Santomé (Interação; Intercomunicação), Ivani Fazenda (Reunião; Mobilização), Yves Lenoir (Disciplinas escolares; Disciplinas científicas), Olga Pombo (Inter-relação) e Gérard Fourez, Alain Maingain, Barbara Dufour (Integração; Interconexão; Representação original).

Como resultado identificamos que apenas sete obras abordam diretamente o conceito de interdisciplinaridade, apresentando assim alguma orientação para nortear o desenvolvimento de projetos integradores. Verificamos que os autores de LD01 (#Novo Ensino Médio) e os de LD05 (Identidade em Ação) utilizam referenciais específicos de interdisciplinaridade para discuti-la: Ivani Fazenda e Hilton Japiassú. Em LD06 (Integração e Protagonismo), apesar de não haver indicação explícita de um referencial específico, remetemos o entendimento de interdisciplinaridade apresentado à Jurjo Santomé, pois a compreende a interdisciplinaridade como a interação entre diferentes disciplinas, com a intercomunicação dos professores que participam do projeto.

Enquanto isso, LD03 (Conhecer e Transformar), LD08 (Integrando Saberes), LD10 (Moderna em Projetos) e LD12 (Ser Protagonista) utilizam referenciais especializados em outros temas para dialogar sobre interdisciplinaridade: Fernando Hernández-Hernández, Edgar Morin, Regina Bochniak e William N. Bender. Por fim, LD02 (+ Ação) e LD07 (Integralis) falam sobre integração de conhecimentos sem definir a interdisciplinaridade.

Nos livros didáticos LD04 (De olho no futuro), LD09 (Jovem protagonista), LD11 (Práticas na escola) e LD13 (Vamos juntos, profe!) não identificamos nenhuma discussão sobre interdisciplinaridade ou integração de conhecimentos. Desta forma, considerados que os professores que escolherem estes livros didáticos vão executar os projetos a partir do seu próprio entendimento de interdisciplinaridade. Correm o risco de realizarem uma justaposição de conhecimentos que não se aproxima da multidisciplinaridade ou pluridisciplinaridade pontuada por Gerard Fourez como um caminho que conduz a interdisciplinaridade.

Esses resultados indicam que é urgente esclarecer o ponto de vista a partir do qual pretendemos desenvolver uma prática de integração de conhecimentos disciplinares. Os livros de Projetos Integradores da área de Ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias não apresentam orientações claras de como promover uma prática integradora, seja ela pluridisciplinar ou interdisciplinar, como anunciam.

Identificamos nas obras analisadas a preocupação dos autores em discutir com os estudantes do ensino médio problemas que possibilitam analisar aspectos muito diversos como construir um instrumento da ciência, a sustentabilidade e o meio ambiente, soluções econômicas para possibilitar o acesso a iluminação para famílias sem eletricidade e formas de promover a conservação dos solos.

A multidisciplinaridade, tal como aqui definida [uma questão de justaposição de contribuições disciplinares, sem que os parceiros no processo tenham previamente fixado objetivos comuns] parece-nos de menor interesse pedagógico. Enquanto justaposição não finalizada de saberes, ela corre o risco de conduzir a um **ensino de tipo temático sem projecto**. Nesta configuração, as escolhas dos professores parecem, muitas vezes, bastante arbitrárias aos alunos. Ela pode, contudo, constituir uma primeira etapa, que faz ganhar consciência da necessidade de um projecto (pluridisciplinaridade), ou mesmo de um método de integração das disciplinas (interdisciplinaridade). A pluridisciplinaridade, quanto a ela, escapa parcialmente a esta crítica pelo seu carácter finalizado. Ela é praticada, entre outras situações, quando se assume o objectivo de **examinar com uma intenção particular** um tema, uma noção, uma problemática, **segundo diferentes pontos de vista disciplinares**. O confronto das disciplinas, no caso da pluridisciplinaridade, produz um efeito caleidoscópico ligado a uma multifocalização disciplinar. Contrariamente à interdisciplinaridade, que examinaremos de seguida, a representação obtida não é negociada entre parceiros de um projecto, em função de um contexto, de finalidades e de destinatários específicos: cada sujeito produz a sua síntese pessoal a partir daquilo que percebe (Maingain, Dufour e Fourez, 2008, p. 63)

Ao analisar os objetivos apresentados pelos autores dos livros didáticos indicados no Quadro 23, para cada um dos quatro projetos analisados, não identificamos elementos que promovam a alfabetização científica e tecnológica, tal como indicado para o projeto 01 do LD01.

Quadro 23: Objetivos Propostos pelos Projetos Analisados

PROJETO	OBJETIVO
As fotos que você nunca tirou com um <i>smartphone</i> (Projeto 01 do LD01)	Construir um instrumento da ciência – microscópio – para contribuir com a aprendizagem dos estudantes e com a alfabetização científica da comunidade.
Sustentabilidade e meio ambiente (Projeto 02 do LD01)	Desenvolver uma postura sustentável diante da produção e descarte do lixo, considerando questões ambientais e de consumo.
Iluminação econômica e ecológica para famílias sem acesso a eletricidade (Projeto 01 do LD05)	Desenvolver uma solução de iluminação segura e de baixo custo para famílias que vivem sem acesso à eletricidade, usando a luz solar como fonte renovável de energia.
Solos: conhecer e entender para conservar e restaurar (Projeto 02 do LD05)	Produzir um vídeo para promover a conservação do solo. Para isso, o vídeo deve mostrar algumas diferenças entre o solo orgânico e o solo arenoso quanto ao potencial para desenvolvimento de uma espécie alimentar (feijão) e quanto à fatores que determinam sua fertilidade, entre eles a abundância da fauna edáfica. Deve mostrar também os procedimentos experimentais simples que foram adotados durante o estudo e os resultados obtidos, bem como propostas para conter a degradação dos solos ou mesmo para restaurar aqueles que já estão degradados. O vídeo será divulgado na internet, na página social da classe ou da escola.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Ao analisar as ações e as metas listadas nas etapas propostas pelos autores, sistematizadas do Quadro 24, são descritas de forma simplificada para os estudantes e professores. Os projetos “As fotos que você nunca tirou com um *smartphone*” e “Sustentabilidade e meio ambiente” iniciam as atividades por meio de uma discussão de

questões relacionadas e reflexões sobre a situação problema apresentada para desenvolvimento do projeto. Entretanto, essas discussões não são indicadas como importantes no decorrer das ações propostas, mesmo quando se sugere preparar um mostra de ciência e artes, no caso do primeiro projeto. Consideramos que para atingir esta meta os participantes dos projetos precisam de conhecimentos prévios, competências e habilidades técnicas que são consideradas como adquiridos por estes sujeitos, em momento anterior a realização dela.

Quadro 24: Etapas Propostas pelos Projetos Analisados

PROJETO	ETAPAS
As fotos que você nunca tirou com um smartphone	1. Discussão, questões para reflexão e texto. 2. Explicação do funcionamento do microscópio óptico convencional e das lentes convergentes, por texto e vídeo. 3. Formação dos grupos, aquisição da lente convergente, apresentação das duas opções de <i>smart</i> -microscópio, lista de materiais, instruções de montagem, busca de temas para investigação, produção de imagens com o aparato, produção de pôsteres, relação entre arte e ciência, preparação de uma mostra de ciência e arte com toda a turma, desenvolvimento de fotografias utilizando o celular e o <i>smart</i> -microscópio construído. 4. Publicação dos pôsteres, realização da mostra de ciência e arte, criação de um <i>site</i> ou um perfil em rede social, para toda a turma, para divulgação das produções.
Sustentabilidade e meio ambiente	1. Discussão, questões para reflexão, coleta de dados sobre o volume de lixo produzidos na residência de cada estudante e textos. 2. Apresentação da química por trás dos materiais e processos discutidos e da noção de pensamento computacional. 3. Entrevistas com os profissionais da escola, discussão das respostas obtidas, apresentação dos conceitos de física para fundamentar a construção da balança de equilíbrio, sugestão de montagem, construção da balança pela turma, divisão dos grupos, medição da massa de cada tipo de lixo reciclável e orientações para o desenvolvimento do plano de gestão de lixo. 4. Elaboração, discussão e execução do plano de gestão eficiente e sustentável do lixo.
Iluminação econômica e ecológica para famílias sem acesso a eletricidade	1. Divisão dos grupos, reflexão, modelo Canvas e pesquisa. 2. Discussão, produção de texto, apresentação aos demais grupos e incluir informações no bloco Canvas. 3. Pesquisa e atividade. 4. Apresentação da lâmpada de Moser e do Projeto Ribeirinhas, pesquisa, discussão, resumo e apresentação. 5. Apresentação dos fundamentos do processo de <i>design</i> e do conceito de memorial descritivo, elaboração de um memorial descritivo e de uma planilha de gastos. Sugestão da primeira opção de produto final, conceitos físicos reflexão e refração da luz, elaboração de uma planta baixa, montagem da maquete, cálculo do custo das lâmpadas, atualização da planilha de gastos e do Canvas, elaboração de um memorial descritivo e de um manual de uso. Sugestão da segunda opção de produto final, montagem e teste de um circuito com a lâmpada de Moser híbrida, conceitos físicos de painéis fotovoltaicos, lista de materiais necessários e instrução de montagem, teste do tempo de exposição solar para carregar a bateria por no mínimo três horas, atualização da planilha de gastos, do Canvas, elaboração de um memorial descritivo e de um manual de uso. 6. Compartilhar com a turma o processo percorrido até a finalização do produto, o produto final em si e a retomada das atividades desenvolvidas. 7. Apresentação do produto final à comunidade.
Solos: conhecer e entender para conservar e restaurar	1. Divisão dos grupos e reflexão. 2. Pesquisa, atividade, discussão, elaboração de texto e apresentação da lista de materiais. 3. Escolha do local e data da coleta das amostras, apresentação dos procedimentos de campo, dicas de fotografia, orientações para desenho do panorama e da vegetação do local escolhido, orientações para a produção do perfil da vegetação, explicação sobre a construção e o funcionamento do funil de Berlese-Tüllgren. 4. Execução dos trabalhos propostos na etapa anterior. 5. Passo a passo para analisar as amostras coletadas e para o plantio e manutenção

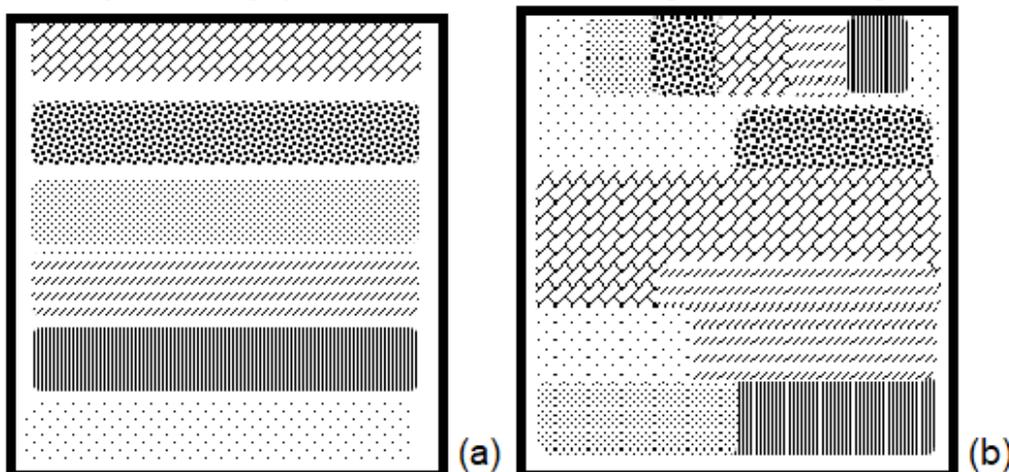
	das sementes de feijão. 6. Pesquisa, atividade e discussão, análise da fauna edáfica do solo orgânico e o do arenoso coletados no funil de Berlese-Tüllgren. 7. Análise e manutenção dos pés de feijão, levantamento e organização dos dados e mídias acumulados, pesquisa e atividade. 8. Último registro da observação dos pés de feijão, síntese dos resultados em formato de tabelas, figuras e gráficos e atividade. 9. Preparação da apresentação dos resultados e interpretações sobre o projeto. 10. Congresso da classe, apresentações dos grupos e discussões. 11. Seleção do material para compor o vídeo. 12. Produção e edição do vídeo e divulgação virtual.
--	---

Fonte: Elaborado pelas autoras.

No terceiro projeto “Iluminação econômica e ecológica para famílias sem acesso a eletricidade” identificamos uma ênfase maior a discussão de questões e dados parciais coletados no decorrer do processo. Entretanto, nele e no projeto “Solos: conhecer e entender para conservar e restaurar” essas discussões parecem ocorrer em pequenos grupos e não com todos os participantes do projeto.

Analisando os objetivos, as ações e metas pretendidas nos quatro projetos STEAM inferimos que o produto final se aproxima de uma proposta multidisciplinar como a indicada na Figura 50 (a) e não uma prática da interdisciplinaridade pela interdisciplinaridade interdisciplinar como proposta por Gerard Fourez e Colaboradores.

Figura 50 - Integração de conhecimentos (a) multidisciplinar (b) interdisciplinar



FONTE 4: Recorte da Figura 4 (p.28)

Em nenhuma das propostas identificamos objetivos, ações e metas definidas por meio da negociação dos participantes do projeto e com potencial de resultar em uma integração como a indicada na Figura 50 (b), por nós assumida como resultado da prática interdisciplinar na perspectiva de Gerard Fourez e colaboradores.

Considerando a proposição metodológica para a prática da interdisciplinaridade de Maingain, Dufour e Fourez (2008), por nós assumida como possível de orientar a prática interdisciplinar no contexto de sala de aula, chamamos atenção para diferença de

etapas listadas no *Quadro 24*, e a respectiva indicação de ações e metas. Ressaltamos que essas considerações não são propostas pelos autores dos livros analisados, pois nenhum indicou como referencial a metodologia para construção de ilhas de racionalidade interdisciplinar. Elas representam nossas considerações para propostas de trabalhos futuros.

Quanto aos projetos do LD01, apesar de encontrarmos pontos em comum com as etapas propostas por Fourez e colaboradores, não evidenciamos relação com a produção de uma grelha de investigação, com o desenvolvimento de um panorama espontâneo, as caixas pretas abertas não são negociadas. O Projeto 01 carece da indicação de fontes de pesquisa e de especialistas a serem consultados, o que é indicado pelo Projeto 02.

Quanto aos projetos do LD05, podemos associar o modelo Canvas, apresentado pelo Projeto 01 do LD05, ao proposto ao que Fourez e colaboradores consideram como a grelha de investigação, que, para os autores, é desenvolvida definindo caixas pretas, os especialistas a serem consultados e mobilizando disciplinas. Já o Projeto 02 do LD05 não indica a produção de uma grelha de investigação, os estudantes só tomam conhecimento das etapas do projeto quando vão desenvolvê-las. Além disso, como o projeto é estruturado principalmente em formato de instruções e passo a passo, há pouca possibilidade de negociação pelos integrantes, critério essencial, de acordo com Maingain, Dufour e Fourez (2008) para um processo interdisciplinar. Em ambos os projetos não há momento que remeta ao panorama espontâneo e indicação de fontes e de especialistas a serem consultados.

Quanto às orientações que são fornecidas pelos projetos, criticamos, no Projeto 01 do LD01, a falta de instruções claras sobre como os estudantes devem levantar os temas de interesse da comunidade, sobre como coletar as amostras e analisá-las com o aparato construído e como elaborarem os pôsteres e infográficos solicitados.

Em relação ao Projeto 02 do LD01, consideramos insuficientes as orientações oferecidas para o desenvolvimento das entrevistas, consideramos pouco viável a construção da balança de equilíbrio em contexto de sala de aula, devido aos materiais necessários e a complexidade da montagem. Consideramos insuficientes as orientações oferecidas para a análise da quantidade de lixo produzido na escola. Sobre a elaboração do plano de gestão, ressaltamos que não é indicado, de fato, o que é um plano de gestão e como montá-lo. Destacamos como positiva a sugestão de que o professor conte com parcerias para orientar os estudantes.

No que se refere ao Projeto 01 do LD05, destacamos a potencialidade do Modelo Canvas e criticamos a falta de orientação aos estudantes quanto a fontes de pesquisa confiáveis, ao solicitarem as pesquisas. Consideramos insuficientes as orientações oferecidas aos estudantes e ao professor para a elaboração das apresentações solicitadas. Apesar do projeto apresentar duas opções de produto final, o segundo foge da realidade da escola pública, por necessitar de materiais caros e de difícil aquisição.

Quanto ao Projeto 02 do LD05, criticamos a falta de orientações quanto a fontes de pesquisa para os estudantes realizarem as pesquisas solicitadas. Consideramos inviável a quantidade de materiais necessários para o desenvolvimento do projeto (mais de 40 itens, muitos de custo elevado). Enaltecemos a intenção dos autores em instruir os estudantes a como realizar uma investigação científica, mesmo sem um laboratório sofisticado. Não podemos, no entanto, desconsiderar as dificuldades práticas que estão relacionadas às atividades de campo fora do ambiente escolar.

O *Quadro 25* discute a integração das disciplinas propostas pelos projetos analisados.

Quadro 25: Integração das Disciplinas nos Projetos Analisados

PROJETO	INTEGRAÇÃO DAS DISCIPLINAS	NOSSA ANÁLISE
As fotos que você nunca tirou com um smartphone	Sugerem como possibilidade de integração conhecimentos disciplinares de física, química e arte.	Não visualizamos a integração dos conhecimentos disciplinares mobilizados.
Sustentabilidade e meio ambiente	A integração é proposta entre as disciplinas de física, química e biologia.	Podemos visualizar a integração das disciplinas mobilizadas.
Iluminação econômica e ecológica para famílias sem acesso a eletricidade	A disciplina de física é evidenciada durante a proposição do projeto. No entanto, apesar de não explicitadas, podemos identificar a contribuição das disciplinas escolares de química e biologia no estudo das energias renováveis.	Podemos visualizar a integração de diferentes disciplinas.
Solos: conhecer e entender para conservar e restaurar	Visualizamos contribuições disciplinares de geografia e de biologia.	Não visualizamos claramente a integração de diferentes disciplinas.

Fonte: autoras.

O Projeto 01 do LD01 sugere como possibilidade de integração de conhecimentos disciplinares de física, química e arte. A física é evidenciada no estudo das lentes, a química é abordada brevemente ao discutir técnicas de preparo de amostras e a arte é apresentada nas discussões da relação entre ciência e arte para a mostra. A disciplina de biologia não é abordada explicitamente, apenas em termos técnicos de imagens utilizadas como exemplos. No entanto, como o projeto possibilita ao estudante a tomada de decisão

acerca do tema a ser fotografado e estudado com o *smart*-microscópio, a disciplina de biologia pode ser articulada de forma mais direta.

Considerando o ponto de vista do referencial assumido nesta pesquisa, não atingimos uma prática interdisciplinaridade concebida a partir do entendimento Maingain, Dufour e Fourez (2008), pois não visualizamos claramente a integração dos conhecimentos disciplinares mobilizados no produto final, mas apenas sua justaposição para o desenvolvimento do projeto.

O Projeto 02 do LD01 propõe a integração das disciplinas de física, química e biologia. A física é evidenciada nas discussões sobre massa, volume e balança de equilíbrio, a química nas discussões sobre estrutura dos materiais e a biologia nas questões ambientais.

Consideramos como possível alcançar a integração de conhecimentos como indicado na Figura 50a por meio deste projeto, na perspectiva de Maingain, Dufour e Fourez (2008), no decorrer do seu desenvolvimento. Ele tem potencial para resultar um produto final como indicado na Figura 50b, se reduzir a quantidade de disciplinas anunciadas como participantes do projeto STEM. Outro ponto que favorece essa possibilidade, segundo nossa análise é o fato de estimular a integração das disciplinas, em função de um contexto e de um projeto específico, para a elaboração de uma representação original: o plano de manejo para o lixo produzido na escola.

O Projeto 01 do LD05 evidencia a contribuição disciplinar da física durante a proposição do projeto. Apesar de não explicitadas, podemos identificar a contribuição das disciplinas escolares de química e biologia no estudo das energias renováveis. Consideramos como possível alcançar a integração de conhecimentos como indicado na Figura 50a por meio deste projeto, na perspectiva de Maingain, Dufour e Fourez (2008). Assim como o Projeto 02 do LD01, consideramos que ele tem potencial para resultar um produto final como indicado na Figura 50b, se reduzir a quantidade de disciplinas anunciadas como participantes do projeto e considerar a negociação como imprescindível para o processo interdisciplinar.

No Projeto 02 do LD05 evidenciamos a investigação sistêmica de conhecimentos disciplinares de geografia e de biologia, mas não identificamos química, física e artes. Como nem todas as disciplinas do STEAM são contempladas e os estudantes não participam de sua escolha da situação problema, nem discutem possibilidades. Como o projeto é estruturado principalmente em formato de instruções e passo a passo, há pouca possibilidade de negociação pelos integrantes, critério essencial, de acordo com

Maingain, Dufour e Fourez (2008) para um processo interdisciplinar. Assim, não é possível afirmar que a interdisciplinaridade é alcançada por meio deste projeto, segundo a concepção de Maingain, Dufour e Fourez (2008), uma vez que não visualizamos claramente a integração de diferentes disciplinas, apenas sua justaposição.

Finalizamos nossas considerações destacando a discussão teórica sobre a interdisciplinaridade como resultado desta dissertação que tem potencial de contribuir para a construção de pontos de vista, por parte de professores e estudantes, que podem contribuir para desenvolvimento de uma prática multidisciplinar com possibilidade de tornar-se interdisciplinar.

Defendemos que o entendimento da interdisciplinaridade como abordagem teórico-metodológica é fundamental para promover a integração de conhecimentos, de forma que nós professores desenvolvamos os projetos integradores, apresentados nesses livros didáticos, sem simples reprodução de tarefas, almejando uma ação interdisciplinar que ultrapasse a mera ligação entre os conhecimentos científicos e a tentativa de suprir as necessidades e características da comunidade e sociedade em que o estudante vive. Vislumbramos, como perspectiva futura, a elaboração de um projeto integrador que contemple os aspectos considerados por Maingain, Dufour e Fourez (2008) como necessários para uma abordagem efetivamente interdisciplinar.

REFERÊNCIAS

- ARTACHO, Margarete (coord.). **Conhecer e transformar: projetos integradores: ciências da natureza e suas tecnologias**. São Paulo: Editora do Brasil, 2020.
- BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. **Práticas na escola: ciências da natureza e suas tecnologias: manual do professor**. São Paulo: Moderna, 2020.
- BEZERRA, Lia Monguilhott (ed.). **Ser protagonista: projetos integradores: ciências da natureza e suas tecnologias**. Obra coletiva, desenvolvida e produzida por SM Educação. São Paulo: Edições SM, 2020.
- BODAS, Flávia Renata Lemes de; ERROBIDART, Nádia Cristina Guimarães. As pesquisas em ensino de ciências que empregam a abordagem didática da interdisciplinaridade de Gerard Fourez. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 15, n. 9, p. 8109-8133, 2023.
- BRASIL. Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Guia Digital PNLD 2021: Projetos Integradores e Projeto de Vida**. Brasília, 2021.
- CAMPOS, Marly Machado; MORAES, Paula Ariane da Silva; LIMA, Aline Regina Ruiz. **Integrando Saberes: projetos integradores: ciências da natureza**. São Paulo: Universo dos Livros, 2020.
- CAMPOS, Denise Caldas et al. A abordagem STEAM e suas tendências pedagógicas e metodológicas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 15, p. e190111537148-e190111537148, 2022.
- CARNEVALLE, Maíra Rosa (Ed.). **Moderna em projetos: ciências da natureza e suas tecnologias e suas tecnologias**. Organizadora Editora Moderna: obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna. São Paulo: Moderna, 2020.
- CÔCO, Dilza. Revisão de literatura na área de ensino de Humanidades. **CIAIQ2019**, v. 1, p. 437-447, 2019.
- CULTURA DE SOJA COMO TEMÁTICA CONTEXTUALIZADORA. **VIDYA**, v. 38, n. 2, p. 37-52, 2018.
- Didática e interdisciplinaridade**. 13. ed. Campinas, SP: Papyrus, 2008. p. 109-132.
- FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade na formação de professores. **Ideação**, v. 10, n. 1, p. 93-104, 2008.
- FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. Interdisciplinaridade: Teoria e Prática. *Revista Ciências Humanas*, v. 10, n. 1, p. 33-37, 2017.

- FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. Papirus editora, 2005, edição 12.
- FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?**. 6. ed. São Paulo: Loyola, 2011.
- FOUREZ, Gerard. **Alfabetización Científica Y Tecnológica: Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Buenos Aires. Argentina. Ediciones Colihue, 1997.
- FOUREZ, Gerard. **Educar: docentes, estudantes, escolas, éticas, sociedades**. Aparecida, SP. Ideias e letras, 2008.
- FOUREZ, Gérard; ENGLEBERT-LECOMPTE, Véronique; MATHY, Philippe. **Saber sobre nuestros saberes**. Ediciones Colihue SRL, 1998.
- IMHOF, Ana Maria Quinoto; SCHROEDER, Edson. O tema Sexualidade Humana no ensino médio: as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade como metodologia em aulas de biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2016.
- JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Imago editora, 1976, 221 p.
- JAPIASSU, Hilton. A questão da interdisciplinaridade. **Seminário internacional sobre reestruturação curricular**, v. 1, p. 1-5, 1994.
- KLEIN, Julie Thompson. A taxonomy of interdisciplinarity. In: FRODEMAN, R. et al (Ed.). **The Oxford handbook of interdisciplinarity**. Oxford University Press, 2017.
- KLEIN, Julie Thompson. Ensino interdisciplinar: didática e teoria. In: Fazenda, I. C. A. (Org.).
- KLEIN, Julie Thompson. **Humanities, culture, and interdisciplinarity: The changing American academy**. State University of New York Press, 2005.
- KLEIN, Julie Thompson. Integrative Learning and Interdisciplinary Studies. **Peer Review**, v. 7, n. 4, p. 8-10, 2005.
- KLEIN, Julie Thompson. "Advancing" Interdisciplinary Studies: The Boundary Work of Integrating, Complexifying, and Professionalizing. **Issues in Interdisciplinary Studies**, v. 36, n. 2, p. 45-67, 2018.
- LENOIR, Yves. Ensino interdisciplinar: didática e teoria. In: Fazenda, I. C. A. (Org.). **Didática e interdisciplinaridade**. 13. ed. Campinas, SP: Papirus, 2008. p. 45-76.
- LENOIR, Yves. Três interpretações da perspectiva interdisciplinar em educação em função de três tradições culturais distintas. **Revista e-curriculum**, v. 1, n. 1, 2005.

LIZ, Aafke; MACHADO, Camila. SILVEIRA, Rosemari. Ilha interdisciplinar de racionalidade em torno da gravura “Maddog” de Thomas LordBusby: um estudo sobre a raiva. **R. bras. Ens. Ci. Tecnol.**, Ponta Grossa, v. 12, n. 1, p. 409-425, jan./abr. 2019.

LOPES, Sônia et al. **Identidade em ação: ciências da natureza e suas tecnologias**. São Paulo: Moderna, 2020.

MACHADO, Vitor. **Integralis: projetos integradores**. Barueri (SP): IBEP, 2020.

MAINGAIN, A.; DUFOUR, B.; FOUREZ, G. **Abordagens Didáticas da Interdisciplinaridade**. Tradução de Joana Chaves. Lisboa: De Boeck e Larcier, 2008. 321 p.

MATO GROSSO DO SUL, Secretaria de Estado de Educação. **Referencial Curricular de Mato Grosso do Sul - Ensino Médio**. Campo Grande: MS, 2012.

MATO GROSSO DO SUL, Secretaria do Estado de Educação. **Comunicação interna - circular 525**. Mato Grosso do Sul, 2021.

MATO GROSSO DO SUL, Secretaria do Estado de Educação. **Currículo de referência de Mato Grosso do Sul: educação infantil e ensino fundamental**. Mato Grosso do Sul, 2019.

MATO GROSSO DO SUL, Secretaria do Estado de Educação. **Currículo de referência de Mato Grosso do Sul: ensino médio**. Mato Grosso do Sul, 2022.

MEIRIEU, Philippe. **Aprender... sim, mas como?**. Artmed, 1998.

MENDONÇA, Vivian Lavander. **De olho no futuro: projetos integradores: ciências da natureza e suas tecnologias**. São Paulo: Ática, 2020.

MILARÉ, Tathiane. ASPECTOS DA FORMAÇÃO DE PROFESSORES NO DESENVOLVIMENTO DE UMA ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE SOBRE USO DE MISTURAS CASEIRAS NA LIMPEZA. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, p. 221-234, 2020.

MOHR, Adriana et al. UM SINGULAR PLURAL: CONTRIBUIÇÕES DE GÉRARD FOUREZ PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS/A SINGLE-PLURAL: CONTRIBUTIONS OF GÉRARD FOUREZ TO SCIENCE EDUCATION. **Revista Dynamis**, v. 25, n. 1, p. 164-179, 2019.

NICOLETTI, Elenize Rangel; DE FÁTIMA VESTENA, Rosemar; SEPÊL, Lenira Maria Nunes. INTERDISCIPLINARIDADE NA FORMAÇÃO DOCENTE: A

PIETROCOLA, Maurício; DE PINHO ALVES FILHO, José; DE FÁTIMA PINHEIRO, Terezinha. Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências. **Investigações em ensino de ciências**, v. 8, n. 2, p. 131-152, 2016.

POMBO, Olga. Epistemologia da interdisciplinaridade. **Ideação**, v. 10, n. 1, p. 9-40, 2008.

PUGLIESE, Gustavo Oliveira. STEM education - um panorama e sua relação com a educação brasileira. **Currículo sem fronteiras**, v. 20, n. 1, p. 209-232, 2020.

PUGLIESE, Gustavo Oliveira. **#Novo Ensino Médio: projetos integradores: ciência da natureza e suas tecnologias**. Volume único. São Paulo: Scipione, 2020.

REGIANI, Anelise Maria et al. Seguindo os passos de sherlockholmes: experiência interdisciplinar em encontro de divulgação científica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 14, p. 185-198, 2012.

REPKO, Allen F.; SZOSTAK, Rick; BUCHBERGER, Michelle Phillips. **Introduction to interdisciplinary studies**. Sage Publications, 2017.

ROSA, Cleci Teresinha Werner; DEMARCO, Daiana; DARROZ, Luiz Marcelo. Ilha Interdisciplinar de Racionalidade: intervenção didática focada no desenvolvimento de atributos associados a alfabetização científica e técnica. **Revista Cocar**, v. 14, n. 30, 2020.

ROSA, P. R. S. Uma Introdução à Pesquisa Qualitativa em Ensino. Campo Grande: Editora da UFMS, 2015.

SANTOMÉ, Jurjo Torres. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Tradução de Cláudia Schling. Porto Alegre: Artmed, 1998, 275 p.

SÃO PEDRO, Ana Cristina Camargo; SCHECHTMANN, Eduardo; MATTOS, Sérgio Henrique Vanucchi Leme de. **Vamos juntos profe!: projetos integradores: ciências da natureza e suas tecnologias**. São Paulo: Saraiva, 2020.

SCHMITZ, César; ALVES-FILHO, José de Pinho. Ilha de racionalidade e a situação problema: o desafio inicial. **Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, Jaboticatubas, MG, Brasil**, 2004.

SIQUEIRA, Josiane Bernz; GAERTNER, Rosinète. Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade: conceito de proporcionalidade na compreensão de informações contidas em rótulos alimentícios. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 2, 2015.

SOARES, Raíza de Araújo Domingos; MAIA, Dennys Leite. ABORDAGEM STEAM NO ENSINO DE QUÍMICA: O ESTADO DA QUESTÃO. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 17, p. 022020, 2023.

SOUZA, Ana Maria de; ARAGÃO, Pedro Henrique Arruda; RIQUEZA, Erika. **Jovem protagonista: projetos integradores: ciências da natureza e suas tecnologias**. São Paulo: Edições SM, 2020.

SOUZA, Nely; ALMEIDA, Ana Cristina. Ensino de ciências: O enfoque CTS e a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR). **R. bras. Ens. Ci. Tecnol.**, Ponta Grossa, v. 13, n. 3, p. 150-167, set./dez. 2020.

TRONOLONE, Valquiria Baddini (ed.). **+Ação - Na escola e na comunidade: projetos integradores: área do conhecimento: ciências da natureza e suas tecnologias: volume único.** Organizadora FTD Educação: obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela FTD Educação. São Paulo: FTD, 2020.

WALDHELM, Mônica (coord.). **Integração e protagonismo: ciências da natureza e suas tecnologias.** São Paulo: Editora do Brasil, 2020.

WERLANG, Rafael; DEL PINO, José. Geilhas: o desenvolvimento de um modelo de MOOC voltado para a formação continuada de professores de ciências na educação básica. **R. bras. Ens. Ci. Tecnol.**, Ponta Grossa, v. 11, n. 2, p. 55-85, mai./ago. 2018.