



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Geociências

RENATA FERREIRA ALVES DIAS

TERRA, CHÃO, PISO: O ENSINO DE SOLO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES
DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL (EXPERIÊNCIA EM ESCOLA
DA ÁREA URBANA DO ESTADO DE SÃO PAULO)

CAMPINAS
2024

RENATA FERREIRA ALVES DIAS

TERRA, CHÃO, PISO: O ENSINO DE SOLO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES
DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL (EXPERIÊNCIA EM ESCOLA
DA ÁREA URBANA DO ESTADO DE SÃO PAULO)

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO INSTITUTO
DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE CAMPINAS PARA OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE MESTRA EM ENSINO E HISTÓRIA DE
CIÊNCIAS DA TERRA

ORIENTADOR: PROF. DR. PEDRO WAGNER GONÇALVES

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DO TEXTO DE DISSERTAÇÃO DEFENDIDA
PELA ALUNA RENATA FERREIRA ALVES DIAS E
ORIENTADA PELO PROF. DR. PEDRO WAGNER
GONÇALVES

CAMPINAS

2024

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Biblioteca do Instituto de Geociências
Marta dos Santos - CRB 8/5892

D543t Dias, Renata Ferreira Alves, 1978-
Terra, chão, piso: o ensino de solo na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental - experiência em escola da área urbana do Estado de São Paulo / Renata Ferreira Alves Dias. – Campinas, SP : [s.n.], 2024.

Orientador: Pedro Wagner Gonçalves.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Instituto de Geociências.

1. Geociências - Estudo e ensino. 2. Solos. 3. Formação Continuada. I. Gonçalves, Pedro Wagner, 1958-. II. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Instituto de Geociências. III. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Land, ground, floor: the teaching of soil in teacher education of elementary education - an experience in urban school of Sao Paulo State

Palavras-chave em inglês:

Geosciences - Study and teaching

Soils

Continuing education

Área de concentração: Ensino e História de Ciências da Terra

Titulação: Mestra em Ensino e História de Ciências da Terra

Banca examinadora:

Pedro Wagner Gonçalves [Orientador]

Rebeca Chiacchio Azevedo Fernandes Galletti

Alessandra Rodrigues

Data de defesa: 30-08-2024

Programa de Pós-Graduação: Ensino e História de Ciências da Terra

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0009-0009-2748-8505>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/7740247561122998>



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

AUTOR: Renata Ferreira Alves Dias

TERRA, CHÃO, PISO: O ENSINO DE SOLO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL (EXPERIÊNCIA EM ESCOLA DA ÁREA URBANA DO ESTADO DE SÃO PAULO).

ORIENTADOR: Prof. Dr. Pedro Wagner Gonçalves.

COORIENTADOR:

Aprovado em: 30 / 08 / 2024

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Pedro Wagner Gonçalves- Presidente

Prof^a. Dr^a. Rebeca Chiacchio Azevedo Fernandes Galletti

Dr^a. Alessandra Rodrigues

A Ata de Defesa assinada pelos membros da Comissão Examinadora consta no processo de vida acadêmica do aluno.

Campinas, 30 de agosto de 2024.

AGRADECIMENTO

Com imensa gratidão, expresso meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para tornar este momento possível. Em especial, agradeço à minha família: Daniel, Sofia e Miguel, cujo amor incondicional e apoio constante foram fundamentais ao longo desta jornada. A força e a presença de vocês foram uma âncora de estabilidade e encorajamento para mim. A perda do meu pai antes do início do mestrado foi uma experiência profundamente dolorosa e desafiadora. Sua ausência deixou um vazio imenso, mas também me inspirou a seguir em frente com ainda mais determinação. Ele foi uma fonte constante de força e amor, e sua memória serviu como um guia ao longo deste percurso. Gostaria também de destacar a luta e a resiliência da minha mãe, que foram fontes constantes de inspiração e coragem. Sua determinação em continuar e lutar pela vida iluminou meu caminho e contribuiu significativamente para esta conquista. Esta realização é, em grande parte, um reflexo de sua força e amor inabaláveis. Um agradecimento especial às minhas amigas Ângela e Paula, que, com paciência e dedicação, fizeram a leitura integral desta pesquisa e ofereceram contribuições valiosas. Agradeço também à Fabíola, que, com carinho e incentivo maternal, me motivou a seguir em frente e concluir esta etapa. A minha gratidão se estende a Kédima, Jean, Deborah, Fernanda, Patrícia e Leo, e, em particular, ao meu orientador, Professor Pedro. Seu carinho, respeito e orientação foram essenciais para transformar o que parecia impossível em uma realidade concreta. À UNICAMP, e em especial ao Instituto de Geociências, sou profundamente grata por me acolherem e proporcionarem oportunidades para explorar e expandir meu conhecimento. O apoio e a orientação recebidos foram fundamentais para meu desenvolvimento acadêmico e pessoal. Este momento representa não apenas a conclusão de um capítulo importante, mas também o início de novos desafios e conquistas. Agradeço de coração a todos que, de alguma forma, contribuíram para minha jornada acadêmica.

Como uma biblioteca, o solo abriga histórias escritas desde a escala microscópica até a escala paisagística da história humana e evolutiva, onde as memórias retidas pelo solo contêm inúmeros registros, incluindo uma história de encontros humanos com a terra

Derek Lynch

RESUMO

O solo desempenha um papel vital na sustentação da vida em nosso planeta, sendo essencial para a sua continuidade. Desde os primeiros anos do Ensino Fundamental, é possível despertar nos alunos uma conscientização sobre a importância da conservação do solo. Nesse contexto, o papel do professor é essencial para a promoção de atividades educativas que permitam aos alunos a aproximação com o conhecimento científico. O presente trabalho trata dos resultados da pesquisa intitulada “Terra, chão, piso: o ensino de solo na formação continuada de professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental”. O objetivo da pesquisa: investigar como a formação continuada de professores pode influenciar suas abordagens e concepções sobre o solo, promovendo uma integração desse tema no currículo escolar. Os objetivos específicos são: 1) identificar se e como o tema solo está presente nos livros didáticos selecionados pela escola; 2) descrever as atividades didáticas implementadas pelos professores e as relações entre participação nas oficinas, implementação das atividades e conhecimento dos professores; 3) revelar como os professores mudam seu modo de tratar o ensino de solo ao conhecer aspectos desse tópico; 4) descrever como práticas relacionadas a aspectos ambientais podem promover o ensino e a aprendizagem relativa ao solo. A pesquisa foi conduzida por meio de oficinas e inspirada nos estudos sobre Ensino de Solos realizados no Brasil, além de incorporar experiências de laboratório simples. A abordagem seguiu uma sequência de complexidade crescente (partindo do senso comum dos professores para atingir experiências concebidas de ensino), ou seja, partindo do conhecimento cotidiano e progredindo para o conhecimento científico. A formação foi realizada no ambiente escolar, proporcionando a oportunidade de aproveitar o solo da própria escola para realizar atividades de familiarização com os participantes. Adotamos uma abordagem qualitativa com os seguintes procedimentos metodológicos: a) Coleta de dados: elaboração de questionário, aplicação de questionário. b) Exame dos dados: tabulação das respostas dos professores. c) Achados: resultados principais da organização das respostas dos participantes e elaboração das oficinas. d) Exame dos dados: durante e pós-oficinas por meio de transcrições de fala, depoimentos, anotações de campo e análise das contribuições do portfólio digital. Os resultados obtidos indicam que a maioria dos participantes apresenta pouca familiaridade com o assunto, o que sugere a necessidade de ações educativas voltadas para a disseminação desse conhecimento. A pesquisa demonstrou que atividades práticas, como a observação do solo e a criação de hortas, são métodos mais atrativos para o ensino. Observou-se um desenvolvimento significativo na compreensão dos participantes em relação ao conhecimento pedagógico e de conteúdo sobre o solo.

Palavras-chave: GEOCIÊNCIAS – ESTUDO E ENSINO ; SOLOS; FORMAÇÃO CONTINUADA.

ABSTRACT

Soil plays a vital role in sustaining life on our planet, being essential for its continuity. From the early years of Elementary School, it is possible to raise students' awareness about the importance of soil conservation. In this context, the role of the teacher is crucial in promoting educational activities that allow students to approach scientific knowledge. This paper presents the results of the research titled "Land, Ground, Floor: The Teaching of Soil in Teacher Education of Elementary Education". The aim of the research to investigate how the continued education of teachers can influence their approaches and conceptions about soil, promoting the integration of this topic into the school curriculum. The specific objectives are: 1) to identify if and how the topic of soil is present in textbooks selected by the school; 2) to describe the didactic activities implemented by teachers and the relationships between participation in workshops, implementation of activities, and teachers' knowledge; 3) to reveal how teachers change their approach to teaching soil by learning about aspects of this topic; 4) to describe how practices related to environmental aspects to promote soil teaching and learning. The research was conducted through workshops inspired by studies on Soil Education carried out in Brazil, incorporating simple laboratory experiences as well. The approach followed a sequence of increasing complexity, starting from the teachers' common sense to achieve scientifically conceived teaching experiences, i.e., progressing from everyday knowledge to scientific knowledge. The training was conducted in the school environment, providing the opportunity to use the school's own soil for familiarization activities with the participants. We adopted a qualitative approach with the following methodological procedures: a) Data collection: questionnaire development, questionnaire application. b) Data examination: tabulation of teachers' responses. c) Findings: main results of the organization of participants' responses and preparation of the workshops. d) Data examinations: during and after workshops using speech transcriptions, observation and analysis of contributions from the digital portfolio. The results indicated that most participants had little familiarity with the subject, suggesting the need for educational actions aimed at disseminating this knowledge. The research demonstrated that practical activities, such as soil observation and garden creation, are more attractive teaching methods. A significant development in the participants' understanding was observed, indicating a greater mastery of pedagogical knowledge and content about soil.

Keywords: GEOSCIENCE – STUDY AND TEACHING; SOILS; CONTINUING TRAINING.

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC: Base Nacional Comum Curricular

CEP: Comitê de Ética em Pesquisa

EF: Ensino Fundamental

Embrapa: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

MCTI: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

MEC: Ministério da Educação

MMA: Ministério do Meio Ambiente

ONU: Organização das Nações Unidas

PCM: Proposta Curricular Municipal

PCNs: Parâmetros Curriculares Nacionais

PCK: Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (*Pedagogical Content Knowledge*)

PEHCT: Programa de Ensino e História de Ciência da Terra

PNLD: Programa Nacional do Livro Didático

RMSP: Região Metropolitana de São Paulo

SBCS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo

UFPR: Universidade Federal do Paraná

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
1.1 A construção do currículo.....	17
1.1.1 O currículo da escola pesquisada	20
1.2 A formação continuada e o conhecimento pedagógico do conteúdo	21
1.3 Ensino de Solo e a noção de sustentabilidade.....	24
CAPÍTULO 2: PROCEDIMENTOS DE PESQUISA	30
2.1 Uma visão da pesquisa qualitativa	31
2.2 O contexto da pesquisa.....	34
2.3 O livro didático da escola	36
CAPÍTULO 3: COLETA E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS	39
3.1 Etapas de investigação	39
3.1.1 Etapa 1: o questionário	40
3.1.2 Etapa 2: elaboração das oficinas	46
3.1.3 Etapa 3: as oficinas	49
3.1.4 Etapa 4: estratégias educacionais no Ensino de Solo	59
CAPÍTULO 4: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	65
4.1 Definição de solo	68
4.1.1 Formação do solo	69
4.1.2 Terminologia	70
4.2 Morfologia do solo e seus aspectos diretamente observáveis a olho nu	72
4.2.1 Os componentes do solo e as suas fases	73
4.2.2 As transformações que ocorrem entre estes componentes.....	74
4.2.3 Os agentes materiais que se transformam no solo	76
4.2.4 O solo como um sistema de interação de transformações	78
4.3 A morfologia do solo e seus aspectos não observáveis a olho nu	79
4.4 As relações do solo com as atividades ambientais desenvolvidas na escola	81
4.5 O solo da prática pedagógica	82
CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
REFERÊNCIAS	90
APÊNDICE	95
ANEXO	103

INTRODUÇÃO

Como professora dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental de escola pública e formadora de professores, ao escolher um tema para pesquisar, passei por revisitar minha formação inicial no curso de Pedagogia. Nessa reflexão, identifiquei lacunas que precisam ser preenchidas com uma formação continuada para o melhor exercício da minha profissão. Em busca de aprofundar meus conhecimentos, optei por trilhar um novo caminho formativo no Instituto de Geociências da Unicamp, especificamente no Programa de Ensino e História de Ciência da Terra (PEHCT).

No PEHCT, há uma vasta gama de temas possíveis para pesquisa. Delimitar um tema pode ser desafiador devido à ampla variedade de assuntos e subáreas existentes. A vastidão de temas envolvidos implica que os pesquisadores precisam estar atualizados com uma ampla leitura e engajados em conversas constantes com seus colegas. Por meio dessas interações, os pesquisadores são capazes de estreitar seu foco e encontrar o caminho mais adequado para suas investigações.

Esta pesquisa explora o Ensino de Solo, tema relevante e essencial para o entendimento do meio ambiente. Acreditamos que muitos outros professores possam apresentar as mesmas lacunas, e, conseqüentemente, o ensino deste importante recurso pode estar fragmentado ou ausente dos currículos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

O solo, popularmente conhecido como terra, chão ou piso, é parte essencial do nosso planeta, mas muitas vezes desconhecido como um recurso indispensável para a manutenção da vida (Lybrand, 2023; Silva e Imbernon, 2021; Lepsch, 2010; Lima *et al.*, 2007; Muggler *et al.*, 2006).

Para o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o solo é como:

[...] uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contêm matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas. (Santos *et al.*, 2018, p. 27)

Os solos “são uma zona intrigante e relativamente fina (geralmente com mais de 1m de profundidade) de intemperismo físico-químico e biológico da superfície terrestre, [...] são talvez o que há de mais moderno em meios de interface, localizados na intersecção de quatro entidades principais: a atmosfera, a biosfera, a litosfera e a pedosfera” (Coleman, 2013, p. 580).

Desempenhando um papel central nos ecossistemas, sendo essencial para a conservação da biodiversidade, a ciclagem de nutrientes e até mesmo a compreensão da vida em outros planetas (Lybrand, 2023), o solo requer uma atenção no processo educativo ambiental, sendo necessário promover sua proteção e investir em pesquisas que aprimorem nosso conhecimento sobre sua importância e funcionamento.

O alvo mais amplo do estudo (“Terra, chão, piso: o Ensino de Solo na formação de professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental”) foi despertar o interesse de professores para descobrir que o solo pode promover o desenvolvimento do currículo.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp (CAAE 67105723.0.0000.8142), (Anexo1). Levanta informações junto a professores da rede municipal de ensino por meio de questionários, oficinas de formação dos participantes, acompanhamento por portfólio e anotações de campo.

Inicialmente, planejamos realizar este estudo em duas unidades urbanas da rede municipal da Região Metropolitana de São Paulo. Entretanto, a Secretaria de Educação do município limitou a autorização a uma única escola. A escola sugerida possui grande número de professores e alunos e contamos com a aceitação desses participantes e apoio de coordenadores e diretores.

Por meio de uma intervenção pedagógica promovemos uma formação aos professores, em moldes de oficinas, com intuito de abordar/refletir sobre os conhecimentos do Ensino de Solo.

Na discussão com os professores, optamos pelo termo "Ensino de Solo" ao invés de "Educação em Solo", por considerar o primeiro mais específico e vinculado à sala de aula, pois nosso intuito foi sensibilizar os professores para a importância do solo na vida das pessoas como é sugerido por Oliveira (2014, p.211).

Tendo o solo como um possível promotor da interdisciplinaridade, adotamos a conotação de que o “aprofundamento da investigação numa disciplina leva ao reconhecimento da necessidade de transcender as fronteiras disciplinares”

(Pombo, 2006, p. 230-231), no sentido de ver o solo como um tema que não pode ser limitado a uma área de conhecimento específica.

No contexto educacional, o ensino de temas relacionados ao solo apresenta desafios significativos, especialmente nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. O objetivo geral da pesquisa visa investigar como a formação continuada de professores pode influenciar suas abordagens¹ e concepções sobre o solo, promovendo uma integração desse tema no currículo escolar.

Os objetivos específicos são:

1. Identificar se e como o tema solo (ou o Ensino de Solo) está presente nos livros didáticos selecionados pela escola.
2. Descrever quais são as relações da participação nas oficinas, a implementação de atividades didáticas de solos sugeridas pelas oficinas e o conhecimento de base dos professores, sobretudo o conhecimento de conteúdo e o conhecimento pedagógico.

Isso se desdobra em descrever quais as atividades didáticas implementadas pelos professores ao integrarem o eixo Ensino de Solo ao currículo do Ensino Fundamental.

3. Revelar como os professores mudam seu modo de tratar o Ensino de Solo ao conhecer alguns aspectos desse tópico.

Isso implica revelar a falta de atividades relacionadas à Pedologia, Geociências e Ciências na formação inicial e continuada de professores. Ao mesmo tempo, buscamos mostrar que o conteúdo desses campos desperta interesse seja dos professores, seja dos alunos. É alvo desta pesquisa expor que a ampliação do currículo para assuntos das Geociências promove a criatividade dos professores em termos pedagógicos.

4. Descrever como as práticas relacionadas a aspectos ambientais precisaram ser adaptadas para promover o ensino e a aprendizagem relativa ao solo.

1 Nos limites deste estudo, o termo “concepção” é tratado dentro do campo do construtivismo, ou seja, diz respeito a conceitos, ideias e explicações que podem ser consideradas ambientais e distantes do consenso científico. O termo “abordagem” se acha associado aos modos e procedimentos didáticos utilizados por professores em suas aulas. Embora haja simplificação, esse uso é instrumental dentro deste mestrado.

Isso implica descrever limitações de práticas escolares comuns (horta e compostagem de resíduos sólidos) para identificar os avanços pedagógicos e as melhorias do ensino do tema solo entre os alunos.

É importante ressaltar que o solo é um tema presente no Ensino de Ciências e Geografia. Consta nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental (Brasil,1997) e, atualmente, está na Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018). O assunto é parte da disciplina de Ciências Naturais e consta em muitos livros didáticos.

Nesta pesquisa, adotamos uma abordagem qualitativa com o seguinte percurso metodológico:

- a) Coleta de dados: elaboração e aplicação de questionário (Apêndice 1);
- b) Exame dos dados: tabulação das respostas dos professores;
- c) Resultados principais da organização das respostas dos participantes e seleção das oficinas;
- d) Aplicação das oficinas;
- e) Análise das contribuições dos professores durante e pós-oficinas.

Toda a pesquisa é apoiada no seguinte problema: Com apoio adequado, professores organizam atividades didáticas para seus alunos respeito do solo.

O engajamento dos participantes foi um grande diferencial nesta pesquisa. Nas respostas ao questionário, nas contribuições durante as oficinas, nas visitas e nos relatos obtivemos dados que nos permitiu realizar uma análise cuidadosa para avaliar os possíveis impactos que uma formação continuada em um tema ligado às Ciências Naturais causa em um ambiente escolar.

A estrutura deste trabalho está organizada da seguinte forma:

No Capítulo 1, Fundamentação Teórica, apresentamos sucintamente os três pontos principais da pesquisa: a construção do currículo, a formação continuada de professores e o Ensino de Solo.

No Capítulo 2, Procedimentos de Pesquisa, são discutidos os fundamentos da pesquisa, destacando sua abordagem, os procedimentos adotados de coleta de dados, análise e discussão dos resultados.

No Capítulo 3, Coleta de organização dos dados, abordaremos os resultados e as discussões provenientes da pesquisa que incluiu oficinas práticas, depoimentos, análise do livro didático, observação das interações entre professores

(caderno de campo), desenhos, fotografias, acompanhamento por meio de um portfólio online e a organização.

No Capítulo 4, Análise dos dados, faremos a análise dos dados coletados. Este capítulo está estruturado em duas seções: a primeira apresenta os dados, enquanto a segunda é voltada para a discussão detalhada desses dados, relacionando-os com a prática pedagógica de um participante.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A construção do currículo escolar envolve a seleção e organização dos conteúdos que serão ensinados nas diversas disciplinas, visando ao desenvolvimento integral dos alunos. No contexto do Ensino de Solo, é fundamental que o currículo inclua temas que permitam aos alunos compreender a importância desse recurso natural, promovendo uma conscientização ambiental desde os primeiros anos do Ensino Fundamental.

A formação continuada de professores desempenha um papel crucial na efetivação desse currículo. Por meio de programas de formação, como os desenvolvidos nesta pesquisa, os professores podem aprofundar seus conhecimentos sobre o solo e suas inter-relações com outros componentes ambientais. Isso os instiga a desenvolver práticas pedagógicas inovadoras que integrem o Ensino de Solo de maneira transversal, envolvendo diferentes disciplinas e promovendo uma aprendizagem mais significativa para os alunos.

O Ensino de Solo, quando bem incorporado ao currículo e apoiado por uma formação continuada robusta, contribui para uma educação ambiental eficaz. Ele possibilita aos alunos entenderem os processos naturais e a importância da conservação do solo, desenvolvendo uma postura crítica e responsável em relação ao meio ambiente. Assim, o currículo, a formação continuada e o Ensino de Solo formam um tríptico pilar que sustenta esta pesquisa.

No primeiro pilar, que é o currículo, seguiremos os estudos de Eynng (2007, p.18) que o define não apenas como um “conjunto de disciplinas (as matérias) ou o detalhamento de seus conteúdos. Também não se trata de uma relação de objetivos ou atividades de ensino e aprendizagem”, envolve as relações sociais e históricas atreladas aos conhecimentos que serão ensinados.

No segundo pilar, abordaremos a formação continuada de professores como uma capacitação dos professores para que possam abordar temas específicos em sala de aula, mantendo-se atualizados e em constante processo de reflexão sobre o fazer pedagógico.

No terceiro pilar, discutiremos o Ensino de Solo, frequentemente negligenciado no currículo do Ensino Fundamental, com o objetivo de demonstrar como sua inclusão pode aperfeiçoar o conhecimento pedagógico dos professores e sensibilizá-los para sua importância ambiental e educativa. Este ponto é essencial

para entender as transformações nas práticas pedagógicas decorrentes da integração do solo como eixo curricular.

1.1 A construção do currículo

A discussão acerca da construção do currículo é extensa e envolve diversos aspectos importantes. Eyng (2007, p. 18) define o currículo como "uma relação de objetivos ou atividades de ensino e aprendizagem", enfatizando a importância de uma construção coletiva na qual todos os envolvidos participem ativamente.

No entanto, conforme observado por Young (2011) em seus estudos, aqueles que elaboram o currículo nem sempre estão diretamente envolvidos na sua implementação prática.

Focando especificamente no Ensino de Solo, é fundamental reconhecer que o currículo não define apenas o que deve ser ensinado, mas também determina o que pode ser negligenciado caso não esteja explicitamente estipulado (Young, 2011). Becker (2005, p. 75), argumenta que o solo frequentemente é relegado a um plano secundário ou ignorado nos currículos brasileiros do Ensino Fundamental e Médio.

A ausência de determinados conteúdos podem ser reflexo do que Young (2011) denomina como uma tradição estabelecida socialmente a respeito do que é considerado essencial para o aprendizado dos alunos. Por exemplo, no contexto do Ensino de Ciências Naturais, essa tradição abarca temas como fotossíntese, ciclo da água, e higiene, entre outros.

Sasseron (2018) complementa essa visão ao explicar que as disciplinas escolares que compõem este currículo refletem não apenas um conjunto de temas considerados essenciais, mas também diferentes abordagens para construir, analisar e legitimar o conhecimento dentro da comunidade educacional.

Os campos disciplinares ensinados na escola advêm de áreas do conhecimento consolidadas na sociedade. Cada qual representa não somente uma lista de temas que estão sob seu olhar mais atento, mas também modos de construir conhecimento, analisá-lo, avaliá-lo e torná-lo legitimado nesta comunidade e por ela. Tomadas desse modo, as disciplinas escolares são, portanto, organizações de conhecimento que servem para auxiliar o trabalho didático e pedagógico. (Sasseron, 2018, p. 1062)

O texto de Sasseron (2018) ressalta que as disciplinas escolares não são apenas conjuntos de temas, mas sistemas organizados de conhecimento de um determinado currículo. Elas não estudam apenas temas específicos, mas também utilizam métodos próprios para construir e validar conhecimento na comunidade acadêmica. Isso implica que os professores não ensinam apenas o conteúdo, mas também os processos de análise, avaliação e construção de conhecimento dentro de cada disciplina, promovendo habilidades críticas nos alunos, isso implica diretamente no currículo aplicado.

Young (2011) faz uma diferenciação entre o currículo (o que será ensinado) e a Pedagogia (o como ensinar):

Currículo e pedagogia, sugiro, precisam ser vistos como conceitualmente distintos. Referem-se às responsabilidades distintas de formuladores de currículo e de professores, e cada um depende do outro. Enquanto os professores não podem, eles próprios, criar um currículo, mas precisam dele para guiá-los no que devem ensinar, os formuladores de currículos apenas podem estipular os conceitos importantes aos quais os alunos precisam ter acesso. Os formuladores de currículo contam com os professores para motivar os estudantes e transformar esses conceitos em uma realidade para os alunos. (Young, 2011, p. 612-613)

O autor destaca que quem constrói o currículo, escolhendo o que será ensinado com base nos conhecimentos consolidados na sociedade, não necessariamente o aplica. Quem o aplica, analisa e estabelece o que os alunos precisam aprender e como aprenderão.

Young (2011, p. 614). esclarece que “o currículo precisa ser visto como tendo uma finalidade própria – o desenvolvimento intelectual dos estudantes.” Sob a ótica dos estudos de Young (2007) surge uma indagação relevante: O que é relevante ensinar na escola quando o tema for o solo?

No contexto específico do Ensino de Solo, isso implica não apenas transmitir conhecimentos específicos que não são adquiridos na vida cotidiana dos alunos, mas também, envolvê-los em questões ambientais relevantes, como a conservação e preservação do solo.

Como os conhecimentos são alvo de “políticas curriculares desenvolvem-se, inevitavelmente, em contextos sociais, políticos e econômicos” (Young, 2011, p. 611), muitas questões ambientais são introduzidas no currículo após ampla deliberação da sociedade.

Exercendo um papel essencial na construção social dos alunos, a escola articula a construção de seu currículo selecionando os “caminhos da inteligência que o aprendiz percorre em sua carreira de vida, com vistas à construção de sua cidadania e de sua competência profissional” (Eyng, 2007, p. 25), assim como os caminhos que ele não percorrerá.

Muitos dos conhecimentos presentes no currículo são temas consolidados (caminhos da inteligência) na sociedade como explicitado anteriormente, prescritos pela tradição como é o caso das quatro operações da Aritmética ou das classes gramaticais da Língua Portuguesa, enquanto outros estarão presentes somente se considerados socialmente necessários, como temas que se referem às questões ambientais.

Em se tratando dos conhecimentos relacionados às questões ambientais, como a conservação e preservação do solo, a sensibilização dos alunos e a mudança do currículo passam pela inserção deste elemento nas atividades escolares de forma interdisciplinar.

Para tanto, o professor polivalente necessita de momentos formativos que contribuam para seu papel mediador entre o currículo estabelecido pela Secretaria da Educação e os conhecimentos que os alunos já possuem, facilitando a compreensão dos conceitos complexos, como os relacionados ao solo.

Vale ressaltar a relevância das relações interpessoais no ambiente educacional, tanto entre professor e aluno quanto entre os próprios alunos, pois essas relações têm um impacto importante no desenvolvimento acadêmico e pessoal dos alunos.

Neste sentido, Young (2011) chama a atenção para a aquisição do “conhecimento poderoso” que amplia os conhecimentos dos alunos em questões sociais, culturais, econômicas, políticas e éticas. No caso específico do solo, esse conhecimento implica considerar o princípio da sustentabilidade no qual valores e atitudes são reconstruídos (Becker, 2005).

As discussões a respeito das questões ambientais do solo exemplificam um “conhecimento poderoso” que os alunos necessitam adquirir no ambiente escolar, visto que o impacto dessas questões influencia diretamente nossa convivência com o planeta.

Assim sendo, os estudos de Eyng (2007), Becker (2005), Young (2011) e Sasseron (2018) destacam a importância da construção do currículo escolar de

acordo com as realidades da escola em um contexto histórico-social específico, levando-nos a refletir como esse currículo é aplicado. No que se refere ao Ensino do Solo, sua relevância está diretamente ligada à continuidade da vida.

Para um melhor entendimento do currículo aplicado na escola pesquisada, faremos uma pequena apresentação deste.

1.1.1 O currículo da escola pesquisada

O município pesquisado possui uma Proposta Curricular (PCM) própria desde o ano de 2009. A BNCC (Brasil, 2018) implicou uma revisão e adequação da proposta para atingir sua versão atual em 2019.

O documento enfatiza a importância em se adquirir conhecimentos fundamentados em bases científicas, alinhando-se aos estudos de Young (2011) no que se refere ao conhecimento que o aluno só aprenderá na escola.

Na proposta municipal encontramos a seguinte orientação para a construção do currículo nas unidades escolares:

Cada unidade escolar, no exercício de sua autonomia pedagógica assegurada pela legislação vigente e norteada pela Proposta Curricular [...] e pelo Projeto Político-Pedagógico (PPP), deve considerar, na construção de seu currículo, a cultura local, as relações entre os sujeitos, as diversidades, as regionalidades e as diferentes realidades dos educandos e da comunidade escolar, entre outros aspectos. (Guarulhos, 2019, p. 10)

Por se tratar de uma proposta curricular que segue a abordagem construtivista de Vygotsky, defende um currículo que considere a cultura de paz, direitos humanos e identidades. Advoga que os alunos devem ser apresentados para o uso da tecnologia, da comunicação, além de serem atendidos em sua diversidade (p. ex.: no caso de surdez). Deve contemplar a língua nacional, o Inglês, a Arte, a Educação Física, a Matemática e os saberes relativos à natureza e sociedade.

No que diz respeito aos saberes da natureza e da sociedade, o solo é tratado como recurso natural incluindo seu manejo e conservação. Os assuntos são abordados por aproximação com os temas como energia e água. Chama atenção a falta de conceituação ou descrição das transformações que ocorrem no solo.

Na escola objeto da pesquisa, o currículo é elaborado para integrar conhecimentos teóricos com práticas relacionadas ao meio ambiente, visando

conscientizar os alunos sobre a importância da preservação do planeta. As atividades propostas não se limitam apenas à sala de aula, estendendo-se a espaços externos, como horta e projetos de reciclagem. Além disso, promove o envolvimento da comunidade escolar - incluindo alunos, pais, professores e funcionários - nas decisões e ações relacionadas à sustentabilidade e ao meio ambiente.

Seu Projeto Político Pedagógico é elaborado considerando as demandas e necessidades da comunidade local, utilizando o entorno como espaço de aprendizagem e conhecimento. Dessa forma, os alunos são incentivados a se envolverem com a realidade que está ao seu redor e a compreenderem a importância de se tornarem cidadãos atuantes e responsáveis.

Em se tratando do Ensino de Solo, observamos inicialmente o uso do cronograma do livro didático para abordar o tema, bem como atividades externas como compostagem ou cultivo em hortas, sem indicativo de outras abordagens sem indicativo de nenhuma outra prática relacionada diretamente ao solo.

Na sequência da discussão destacamos a formação continuada dos professores, essencial para garantir que eles estejam preparados para ensinar conteúdos complexos, enfatizando a necessidade de um conhecimento pedagógico de conteúdo para o Ensino de Solo.

1.2 A formação continuada e o conhecimento pedagógico do conteúdo

A maioria dos participantes da pesquisa são formados em Pedagogia e atuam nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, sendo conhecidos como polivalentes. Segundo Pimenta *et al.* (2017), esse termo refere-se aos profissionais que ministram disciplinas básicas como Língua Portuguesa, Matemática, Geografia, Ciências e História.

Os estudos de Pimenta *et al.* (2017, p. 15) indicam que os cursos de Pedagogia, “em sua maioria, não estão formando o pedagogo e, tampouco, um professor polivalente para a educação infantil e anos iniciais do ensino fundamental, pois sua formação se mostra frágil, superficial, generalizante, fragmentada, dispersiva e sem foco”.

Há uma vasta quantidade de pesquisas a respeito da formação de professores, abordando diferentes perspectivas e metodologias. No entanto, para este estudo, propomos um foco específico nos estudos apresentados por Shulman (1987),

referência no campo do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), cujas ideias têm influenciado a compreensão de como os professores integram o conhecimento disciplinar com a prática pedagógica.

O conceito de PCK, introduzido por Shulman, refere-se ao conhecimento que integra conteúdo e prática pedagógica, possibilitando aos professores transformar o conteúdo em formas mais compreensíveis para os alunos. Segundo Shulman, o PCK é o ponto de interseção entre o conhecimento do conteúdo específico e o conhecimento pedagógico geral, essencial para a prática docente.

Kind e Chan (2019) argumentam a necessidade de uma formação para professores voltada para a integração do PCK (conhecimento do conteúdo e conhecimento pedagógico), a fim de desenvolver uma prática de ensino mais pertinente a realidade dos alunos, como afirmam em seus estudos: "a compreensão integrada desses conhecimentos permite que os professores adaptem o conteúdo às necessidades dos alunos, tornando o ensino mais relevante e acessível" (Kind e Chan, 2019, p. 970, tradução nossa).

Montenegro e Fernandez (2017) exploram a importância da reflexão crítica no desenvolvimento do PCK por meio de intervenções formativas. Tais intervenções, como oficinas e grupos de estudo, incentivam os professores a refletirem sobre suas práticas e a incorporarem novas estratégias pedagógicas, melhorando a compreensão do conteúdo pelos alunos. A participação em atividades reflexivas é essencial para o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda e crítica da prática pedagógica (Montenegro e Fernandez, 2017, p. 256).

Fernandez (2015) enfatiza que o desenvolvimento do PCK deve ser contínuo, sustentado por formação continuada e oportunidades de desenvolvimento profissional. Esse processo é importante para manter a relevância do ensino das Ciências Naturais, permitindo com que os professores adaptem suas práticas às novas demandas educacionais (Fernandez, 2015, p. 512).

Smith (1999) também destaca que a inovação na prática docente, apoiada pelo PCK, envolve a utilização de novas tecnologias, a implementação de metodologias ativas e a criação de ambientes de aprendizagem colaborativos, tornando o ensino mais dinâmico e centrado no aluno (Smith, 1999, p. 170, tradução nossa).

Quando se trata do ensino de temas específicos como o solo, a necessidade de um conhecimento aprofundado torna-se ainda mais evidente.

Shulman (2005, p. 11) argumenta que o conhecimento especializado “representa a mistura entre disciplina e didática pela qual se alcança uma compreensão de como determinados tópicos e problemas são organizados, representados e adaptados aos diversos interesses e capacidades dos alunos e expostos para o ensino”.

Como Carvalho e Perez (2018) sugerem, é essencial que os professores aprofundem seus conhecimentos nos temas que irão abordar; a falta de conhecimento na área pode comprometer o aprendizado dos alunos. Para os professores polivalentes, que possuem uma formação generalista, esse aprofundamento é importante ao ensinar temas específicos como o solo.

A oferta de processos formativos continuados que proporcionem ao professor um preparo reflexivo e adequado possibilita o ensino com atividades interdisciplinares como sugerido por Sasseron (2018). Este tipo de prática amplia o entendimento dos professores sobre uma determinada temática, aperfeiçoa suas habilidades e competências, e atualiza seus conhecimentos sobre conteúdos e métodos de ensino (Sasseron, 2018; Darling-Hammond, 2014; Delizoicov, 2002; Driver *et al.*, 1999).

A escola, sujeita às mesmas mudanças que a sociedade, precisa considerar essas mudanças no currículo. Um processo formativo docente que valorize o conhecimento a ser ensinado, que considere o conhecimento prévio dos alunos, e utilize a experimentação e o erro na construção de novos conhecimentos (Carvalho, 2020) favorece o aprendizado dos alunos.

Deste modo, a formação continuada e a prática pedagógica dos professores polivalentes demandam investimentos constantes. Estudos indicam que a formação inicial frequentemente não os prepara adequadamente para lidar com as complexidades da sala de aula, especialmente no ensino de temas das Ciências Naturais, como o solo.

A formação continuada dos professores e a construção de um currículo abrangente são passos fundamentais para a implementação de práticas educativas eficazes. A seção final deste capítulo explora especificamente como o Ensino de Solo pode ser integrado ao currículo escolar para promover a noção de sustentabilidade entre os alunos.

1.3 Ensino de Solo e a noção de sustentabilidade

O Ensino de Solo pode ser concebido como um ambiente de aprendizagem integral, onde a superfície terrestre se transforma em um espaço de aprendizagem vital. Este vasto ambiente oferece uma oportunidade única para explorar diversas temáticas relacionadas ao solo, como sua função como sistema interativo e seu papel essencial na biodiversidade global (Hartemink, 2007) e na ciclagem de nutrientes essenciais (Lima *et al.*, 2020).

Além da compreensão científica, o Ensino de Solo desempenha um papel essencial na sensibilização e promoção de uma visão ambiental da relação entre o homem e a natureza. Conforme destacado por Muggler *et al.* (2006), é fundamental desenvolver conceitos de sustentabilidade imprescindíveis para o futuro das gerações.

No entanto, o Ensino de Solo em ambientes urbanos apresenta desafios singulares. Muitas vezes oculto sob a infraestrutura urbana, o solo pode ser negligenciado visualmente pelos alunos, como apontado por Bastos *et al.* (2020). Conscientizar os alunos a respeito da presença e importância do solo em seu entorno é fundamental para desenvolver uma consciência ambiental voltada para a preservação deste elemento.

A inclusão do Ensino de Solo no currículo escolar não se limita apenas ao campo científico, mas abrange aspectos históricos, sociais, filosóficos e culturais (Bastos *et al.*, 2020; Muggler *et al.*, 2006; Lima, 2005). No entanto, é evidente que muitos professores enfrentam desafios na abordagem deste tema complexo, como destacado por Lima (2005), onde a superficialidade no ensino pode comprometer a compreensão e a valorização do solo pelos alunos.

A compreensão de que o solo é um importante sistema de integração da paisagem (Cunha *et al.*, 2013) e que muitas interações e transformações que nele ocorrem podem não ser facilmente percebidas, aumenta a probabilidade de que seja valorizado. É fundamental reconhecer que não se valoriza adequadamente aquilo que se desconhece.

Em geral, as pessoas não percebem que o meio ambiente é resultado do funcionamento integrado de seus vários componentes e, portanto, a intervenção sobre qualquer um deles estará afetando o todo. Um desses elementos é o solo componente essencial do meio ambiente, cuja importância é normalmente desconsiderada e pouco valorizada. (Muggler *et al.*, 2006, p. 734)

Ao compreenderem a composição e a dinâmica do solo ao redor de suas escolas e comunidades, os alunos podem desenvolver um senso de pertencimento e responsabilidade social e ambiental.

Um ensino que considere a abordagem deste elemento “tem como principal objetivo trazer o significado da importância do solo à vida das pessoas e, portanto, da necessidade da sua conservação e do seu uso e ocupação sustentáveis.” (Muggler *et al.*, 2006, p. 733)

Essa conexão pessoal com o solo pode inspirar práticas de conservação e manejo sustentável, incentivando ações concretas para proteger recursos naturais locais e mitigar impactos ambientais negativos.

Essa conscientização localizada é indispensável em um mundo cada vez mais urbanizado, onde a percepção direta dos processos naturais muitas vezes se perde na infraestrutura urbana.

O Ensino de Solo abre portas para a investigação científica e para a participação ativa dos alunos em projetos de pesquisa. Com o uso de experimentos práticos, os alunos não apenas aplicam conceitos teóricos aprendidos em sala de aula, mas também, desenvolvem habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas.

Para este tipo de abordagem, a interdisciplinaridade do tema é o motor propulsor que conduz para uma compreensão ampliada do assunto. Segundo o conceito de interdisciplinaridade de Thiesen (2008, p. 546), ela descreve um “fenômeno gnosiológico e metodológico, está impulsionando transformações no pensar e nos agir humanos em diferentes sentidos” e “onde várias disciplinas se reúnem a partir de um mesmo objeto” (Fazenda, 2013, p. 27).

Sob esta perspectiva, o tema solo pode ser compreendido como promotor de atividades que abordem de forma “transversal aos diversos subsistemas terrestres, nomeadamente pelas suas interações com a biosfera (seres vivos), litosfera (rochas), hidrosfera (água) e atmosfera (ar)” (João; Rodrigues; Henriques, 2018, p. 688), para a ampliação das discussões a respeito das questões ambientais e do planeta.

Este processo de ampliação do conhecimento que a interdisciplinaridade proporciona, é visto por Garcia (2012, p. 363) como “um modo como as disciplinas poderiam ser capazes de contribuir para um entendimento ampliado sobre determinado assunto ou tema, através de ações exercidas pelos professores, no

contexto de suas disciplinas individuais e de seus processos particulares de ensino-aprendizagem”.

Uma possibilidade de abordagem interdisciplinar é eleger uma temática e relacioná-la com conceitos de diferentes áreas. Por exemplo, o estudo do solo pode estar relacionado à construção de uma horta, como realizado na pesquisa de Silva e Imbernon (2021).

No entanto, o Ensino de Solo em ambientes urbanos pode ser desafiador, na medida em que

[...] além das modificações de suas características naturais, grande parte dos solos das cidades está coberta por asfaltos e calçadas, o que, do ponto de vista visual, acaba omitindo sua presença na paisagem. A depender da cidade e do trajeto que os estudantes fazem de casa até a escola, é possível que eles não percebam a presença do solo por onde passam e pisam. (Bastos *et al.*, 2020, p. 8)

O ambiente urbano e suas construções limitam a percepção do solo, o que por muitas vezes implica em ser abordado em momentos em que a sociedade passa por desastres ambientais de grande cobertura midiática.

Em contraponto, um currículo que destaca o solo e suas possibilidades de ensino precisa ser “dinâmico, permanente e participativo” (Muggler *et al.*, 2006, p. 737), para que diferentes vertentes possam ser discutidas, experimentadas e vivenciadas no ambiente escolar, ultrapassando a visão de que o solo é apenas para plantar, construir moradias ou palco de desastres.

O solo está presente nas cidades e sua importância diz respeito à infiltração e armazenamento de águas pluviais, serve como suporte e fornece materiais para obras da construção civil, permite a agricultura urbana, serve como meio para o descarte de resíduos, controla o nível do lençol freático e inundações, armazena carbono, além de ser um reservatório arqueológico e apresentar função cultural (Bastos *et al.*, 2020).

A construção de uma horta, tarefa muito utilizada em ambientes escolares, sem um aprofundamento pode limitar toda a potencialidade que este importante componente do meio ambiente representa, na medida em que não se discute as relações e transformações que ocorrem no solo, observáveis ou não. Assim como o processo formativo dos professores para abordar esta temática não pode ser superficial ou defasado, como já foi sua formação inicial, como afirmam os estudos apresentados por Lima (2005).

Lima (2005, p. 386) esclarece que “o professor do Ensino Fundamental frequentemente tem dificuldade em ver o solo como um importante elemento da paisagem, e o ensino de solos, quando existe, torna-se mecânico e sem utilidade para o aluno”, o que pode se tornar um empecilho para o seu ensino.

O conteúdo solo vem sendo contemplado nos documentos norteadores como um tema que perpassa objetos do conhecimento sem grande destaque. Na BNCC (Brasil, 2018), é citado de forma transversal (Silva e Imbernon, 2021). Tanto os alunos quanto os professores enfrentam dificuldades em conceituar e entender a importância do solo como um ecossistema.

A esse respeito, Lima (2005, p. 384) esclarece que “a complexidade deste tema pode representar um desafio para os professores do Ensino Fundamental, dada a dificuldade de compreensão deste meio heterogêneo e singular”. Argumenta, ainda, que o professor é um mediador ao ajudar seus alunos a compreenderem a natureza da Ciência, ao conduzir o entendimento de como as teorias científicas são construídas e validadas.

Para a inserção do solo no currículo, o professor organiza o conteúdo e seleciona estratégias que promovam a participação ativa dos alunos, estimulando sua curiosidade e envolvimento com o tema e a sua aproximação com o conhecimento científico.

É importante que os alunos entendam que o conhecimento científico é provisório e passível de revisão, e que eles próprios podem contribuir para essa construção por meio de suas observações, questionamentos e experimentações (Lima, 2005).

Além disso, temos o papel do professor fundamental para ajudar os alunos a conferir sentido pessoal ao conhecimento científico. A esse respeito, Carvalho e Perez (2018, p. 113) destacam que ao professor cabe a tarefa de “saber da existência das concepções espontâneas ao planejar o seu ensino e ter consciência de que seus alunos chegam às aulas com conhecimentos empíricos já construídos”.

Sabendo que cada aluno possui suas próprias experiências e conhecimentos prévios (Carvalho e Perez, 2018; Delizoicov e Slongo, 2011), o professor, atento a essas singularidades, busca estabelecer conexões entre o conhecimento científico e a realidade dos alunos.

O Ensino de Solo demanda uma abordagem que incorpore a utilização do laboratório natural da superfície terrestre. Uma maneira de realizar isso é proporcionar

aos alunos exemplos práticos do cotidiano, contextualizando o conteúdo por meio de experimentos e pesquisas. Isso não apenas incentiva a reflexão crítica e a curiosidade investigativa dos alunos, mas também os ajuda a compreender a relevância e aplicabilidade dos conceitos estudados na vida cotidiana.

Neste contexto, uma abordagem viável no ambiente escolar envolve a observação direta do solo no local, para identificar sua presença e características, além da manipulação de amostras. Isso permite aos alunos uma experiência tátil e tangível, ajudando-os a compreender melhor as propriedades e importância do solo na vida cotidiana.

A abordagem do solo no ambiente escolar, na maioria dos casos, é por meio do livro didático. Em suas pesquisas, Lima (2005, p. 386) analisa o uso do livro didático e esclarece que de modo geral, os livros didáticos frequentemente traduzem uma visão estática do solo, como a agrícola ou a geológica, que tende a ignorar abordagens interdisciplinares e ecológicas. Além disso, o conteúdo geralmente é contextualizado para a atividade agrícola, o que pode levar os alunos das áreas urbanas a não reconhecerem a importância do solo em suas próprias realidades.

Sendo assim, pode-se ampliar o uso do livro didático com informações mais detalhadas sobre os aspectos relevantes do solo por meio de roteiros de aprendizagem, pesquisa e processos formativos para os professores com o intuito de promover uma compreensão abrangente desse recurso natural.

A representação do solo como um recurso nos materiais didáticos frequentemente subestima sua importância e a urgência de sua preservação como um ecossistema fundamental para a sustentação da vida na Terra. Como afirmado por Hartemink (2007, p. 3), “Sem os solos, a paisagem da Terra seria tão estéril como a de Marte.”

O solo é uma temática de grande relevância social, permitindo compreender não apenas o desenvolvimento do planeta na área pedológica, mas também a disponibilidade de recursos naturais e o progresso da humanidade, além de sua interação com outros ecossistemas.

A escola, como ambiente educacional privilegiado, oferece a oportunidade para os alunos explorarem a complexidade desse tema, conforme observado por Young (2011). Além de fornecer conhecimento acadêmico, o Ensino de Solo também desempenha um papel essencial ao despertar a consciência ambiental dos alunos para a preservação deste recurso vital.

O ensino a respeito do solo não é apenas um meio de adquirir conhecimento, é uma estratégia fundamental para sua conservação. É responsabilidade da escola contribuir para o desenvolvimento integral dos alunos, capacitando-os a se tornarem cidadãos conscientes de seu papel na sociedade e na proteção do meio ambiente.

Este capítulo apresentou uma visão estabelecida a respeito da construção do currículo, da formação continuada dos professores e da aplicação do Ensino de Solo no contexto escolar. A compreensão dessas interrelações é fundamental para o desenvolvimento de práticas educativas que não apenas transmitam conhecimentos, mas também formem cidadãos conscientes e responsáveis em relação ao meio ambiente. No próximo capítulo, exploraremos metodologias e práticas específicas que podem ser implementadas para alcançar esses objetivos.

CAPÍTULO 2: PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Para compreender a escolha metodológica desta pesquisa, é importante destacar a abordagem qualitativa, que permite uma análise aprofundada e contextualizada dos fenômenos educacionais. Neste capítulo, discutiremos as características adotadas da pesquisa qualitativa, justificando sua adequação para o estudo das práticas pedagógicas no Ensino de Solo e com a compreensão do processo de ensino-aprendizagem dos participantes (Triviños, 2017; Minayo, 2012).

Segundo Minayo (2012), a pesquisa qualitativa é uma abordagem que busca compreender os fenômenos sociais de forma aprofundada e subjetiva, utilizando métodos não estatísticos. Essa abordagem visa explorar as experiências, atitudes, crenças e significados atribuídos pelos indivíduos em determinado contexto.

De acordo com a autora, para se obter esse nível de compreensão é necessário recolher dados ricos e detalhados, utilizando-se de entrevistas e análise documental. Afirma ainda que a pesquisa qualitativa permite capturar a complexidade e os matizes dos fenômenos sociais, dando voz aos indivíduos envolvidos, sendo uma abordagem que valoriza a subjetividade e a diversidade de pontos de vista.

Optamos por seguir essa abordagem da pesquisa qualitativa e direcionamos nosso foco para o currículo aplicado na escola, especificamente voltado para o Ensino de Solo. Para tanto, seguimos o estudo de Gibbs (2009, p.18) que ressalta que “a análise pode e deve começar em campo.”

Por esta razão, adotamos um percurso que destaca tanto os participantes quanto às atividades que são aplicadas na escola. Para tanto, encaminhamos nossa pesquisa tendo como foco o fenômeno (o currículo) como descrita por Triviños:

A realidade concreta do fenômeno. Isto significa estabelecer os aspectos essenciais do fenômeno, seu fundamento, sua realidade e possibilidades, seu conteúdo e sua forma, o que nele é singular e geral, o necessário e o contingente etc. Para atingir a realidade concreta do fenômeno, realiza-se um estudo das informações, observações, experimentos etc. A descrição, a classificação, a análise, a síntese, a busca da regularidade estatística que determina com precisão o concreto do objeto, as inferências (indutivas e dedutivas), a experimentação, a verificação das hipóteses etc. são momentos da investigação que tendem a estabelecer a realidade concreta do fenômeno. (Triviños, 2017, p. 74)

Nossa investigação adota uma visão de “abordar o mundo “lá fora” (e não em contextos especializados de pesquisa, como os laboratórios) e entender,

descrever e, às vezes, explicar os fenômenos sociais “de dentro” de diversas maneiras diferentes (Gibbs, 2009, p. 8).

O Ensino de Solo que buscamos compreender vai para além de prescrições de um currículo planejado. Trata-se da percepção da função social que este elemento, o solo, agrega nas discussões ambientais que ocorrem na escola.

Por fim, ao optar pela abordagem apresentada, foi possível realizar uma pesquisa que se debruçou sobre o processo de ensino-aprendizagem dos participantes, levando em consideração as características do local da pesquisa, o currículo aplicado e a análise dos dados coletados em campo.

2.1 Uma visão da pesquisa qualitativa

Os dados desta pesquisa qualitativa foram desenvolvidos especificamente para estudar os conhecimentos dos professores polivalentes em relação ao Ensino de Solo, em uma análise que envolveu uma abordagem apoiada em materiais educacionais e experimentos.

Cinco ferramentas foram utilizadas neste estudo para obter uma amostra geral de conhecimentos e percepções dos professores a respeito do solo:

- 1- Questionário com perguntas abertas e fechadas;
- 2- Oficinas práticas (Creswell, 2013; Stake, 1995);
- 3- Depoimentos;
- 4- Caderno de campo;
- 5- Portfólio digital (Rodrigues, 2019; Andrade Filho, 2011).

Os dados descritivos foram analisados de acordo com os estudos de Bogdan e Biklen (1994), que discutem métodos qualitativos de coleta de dados, incluindo entrevistas e depoimentos como formas de capturar experiências e percepções dos participantes.

Nossos dados incluem respostas do questionário, transcrições de depoimentos, notas de campo, fotografias, desenhos, interações entre os participantes durante as oficinas, visitas à escola após as oficinas.

Os procedimentos adotados para o tratamento dos dados seguiram as indicações de Minayo (2012, p. 26) que o exemplifica: “o tratamento do material recolhido no campo, subdividindo-se no seu interior em: a) ordenação; b) classificação; c) análise propriamente dita.”

Para manter o anonimato, adotamos a letra P seguida de um número entre parênteses (ex.: P (1)) como forma de nomear os participantes. Os dados obtidos para esta discussão foram agrupados em três itens, a saber:

- Dados preliminares sem orientação: análise das respostas do questionário;
- Dados obtidos com orientação presencial: análise da participação nas oficinas e de depoimentos;
- Dados obtidos pela observação da pesquisadora: análise da participação no portfólio, observação das ações dos participantes pós-oficinas e as anotações realizadas no caderno de campo.

O questionário coletou dois conjuntos de variáveis: a) socioeconômicas (incluindo formação dos participantes, experiência de docência, etc.); b) domínio dos assuntos relativos ao solo e seu ensino, com o intuito de conhecer os participantes e definir o melhor caminho para as oficinas.

A análise e discussão dos resultados foram divididas em dois momentos: o primeiro, diretamente relacionado com a formação realizada com os professores e seus desdobramentos. O conhecimento dos participantes foi tipificado em duas categorias: inicial, para aqueles cujos conhecimentos se assemelham ao senso comum, e avançado, para aqueles que demonstraram uma aproximação com os conhecimentos científicos sobre o solo.

O segundo momento, focado na contribuição do Ensino de Solo na promoção da prática pedagógica de um participante. Para esta discussão, a interpretação será conduzida a partir dos estudos realizados por Shulman (2005).

A primeira análise se fundamenta nos estudos de Ben-Zvi-Assarf e Orion (2005), Lee e Liu (2009), assim como de Lima (2005). Estes estudos, exploram temas das Ciências Naturais e fornecem um arcabouço teórico essencial para investigar as dificuldades de ensino relacionadas ao solo. A analogia entre os temas abordados pelos estudos e as características do solo revelam similaridades significativas nas complexidades enfrentadas no processo educacional, destacando desafios comuns no ensino de sistemas complexos.

Com respostas tabuladas e organizadas, elegemos quatro pontos para a análise e a construção das oficinas:

- Conceito de solo;
- Morfologia do solo e seus aspectos diretamente observáveis a olho nu;
- Morfologia do solo e seus aspectos não observáveis a olho nu;

- As relações do solo com as atividades ambientais que a escola desenvolve.

As respostas dos participantes nos questionários contribuíram na seleção de algumas oficinas para a ampliação de prática e conceitualização do Ensino de Solo. Os subsídios pedagógicos foram publicações digitais do Programa de Extensão Universitária Solo na Escola, do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

A formação continuada para professores polivalentes segue a perspectiva de Lima (2005, p. 387), na qual “o solo também pode ser o tema gerador de trabalhos interdisciplinares, que possibilitam ao professor do ciclo básico de alfabetização desenvolver muitas áreas do conhecimento, sem que se priorize este tema, mas articulando-o com os demais.”

Durante o desenvolvimento das oficinas foram realizadas anotações das interações entre os professores e coleta de depoimentos. O uso de um portfólio digital ocorreu durante e após as oficinas, para que os participantes incluíssem fotos e registros escritos a respeito das atividades desenvolvidas com os alunos.

O emprego do portfólio segue o propósito de fomentar uma "percepção crítica do processo de formação e incentivar a capacidade de 'aprender a aprender' ao longo do trajeto educativo" (Machado e Urbanetz, 2020, p. 286).

De agosto a dezembro de 2023, devido a postagens no portfólio serem muito sintetizadas, visitamos por seis vezes a unidade escolar, com o intuito de acompanhar as atividades realizadas com os alunos e o caderno de campo foi utilizado para coletar dados.

A segunda parte da análise utiliza dados qualitativos de um participante identificado como P(7), que foi escolhido para análise devido ao seu destacado desempenho ao longo da pesquisa. Ele demonstrou disposição para a aquisição e aplicação dos conhecimentos sobre o solo, conforme evidenciado pelos depoimentos, visitas e registros de campo. Suas contribuições ao portfólio foram essenciais para compreender como ele integrava o conhecimento em suas práticas educacionais.

A análise revela um processo de reflexão e adaptação por parte de P(7), refletindo sobre o uso do conhecimento do conteúdo (solo) nas estratégias implementadas e ajustando suas práticas para que a temática estivesse de acordo com as questões ambientais da escola.

Compreendida a abordagem metodológica, é fundamental situar a pesquisa em seu contexto específico. Na próxima seção, descreveremos a escola

investigada, a comunidade escolar e as características dos participantes da pesquisa. Este contexto é fundamental para interpretar os resultados e entender as particularidades do ambiente onde a pesquisa foi conduzida.

2.2 O contexto da pesquisa

Conduzida em uma escola pertencente à rede municipal de ensino de uma cidade da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), esta pesquisa foi voltada para os professores que prestam atendimento de alunos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

À época era considerada uma escola de grande porte devido a quantidade de alunos matriculados, que segundo dados da Secretaria do município, eram 1564, sendo 1415 dos Anos Iniciais, atendidos pelos participantes deste estudo, e 149 na Educação de Jovens e Adultos.

Situada na periferia do município, a escola encontra-se cercada por edificações urbanas, com poucas áreas verdes em seu entorno. No início da pesquisa, observavam-se extensas áreas de solo exposto, canteiros floridos e arbustos, além de uma horta vertical em garrafas do tipo PET, duas composteiras confeccionadas a partir de caixas d'água de 2000 litros e um minhocário em recipiente plástico opaco da cor preta.

As salas eram distribuídas em duas edificações interligadas, sendo 23 salas de aula, uma sala para o atendimento especializado para crianças com deficiência, sala de leitura e a sala dos professores, conta ainda com salas administrativas para a gestão e atendimento ao público, quadra poliesportiva e parque interno, não havia nenhum tipo de laboratório.

A escolha desta escola foi sugestão da chefe de Divisão de Formação da própria Secretaria de Educação, pois de acordo com ela, a escola possuía um forte trabalho pedagógico com questões ambientais e a formação contribuiria para fomentar mais ações.

Para a realização da pesquisa, estabelecemos contato com a direção da escola, composta pela diretora, vice-diretora e três coordenadoras pedagógicas. O motivo deste contato foi apresentar os objetivos da pesquisa e a metodologia que seria

utilizada para ensinar conceitos relacionados ao solo, além de desenvolver atividades práticas que poderiam ser promovidas com os alunos.

Após a deliberação foi acordado que a unidade escolar nos receberia por cinco encontros com os professores em horário próprio para formação. Também foi informado que nenhum dos processos formativos já realizados pela escola envolveu diretamente o tema solo como apresentado. Cabe ressaltar que a escola tinha projetos que envolviam os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015), separação de resíduos, compostagem e horta vertical em garrafas do tipo PET.

Em agosto de 2023, a unidade escolar recebeu um biodigestor, equipamento que converte o resíduo orgânico em biofertilizantes, composto orgânico e biogás, por meio da participação no projeto “Escolas + Verdes”, do Ministério do Meio Ambiente.

Nossa pesquisa envolveu professores polivalentes que atuavam nas classes dos anos iniciais do Ensino Fundamental, bem como os professores das áreas de Inglês, Artes e Música, com o objetivo de enfatizar a importância do solo e de seu papel no currículo.

No primeiro encontro com os professores apresentamos o projeto de pesquisa, seus objetivos e metodologia a ser empregada e, também, esclarecimento dos termos de confidencialidade e integridade da pesquisa.

A escola tinha um quadro de 40 professores que atuavam em três períodos distintos (manhã, intermediário e tarde). Esses, por sua vez, ficaram livres para participar ou não das oficinas que seriam realizadas. Um total de 36 aceitaram participar.

A análise dos materiais didáticos utilizados na escola pesquisada foi um passo essencial para avaliar como o conteúdo do solo era apresentado aos alunos. Na próxima seção, examinaremos o livro didático adotado pela equipe escolar para o ano de 2023, identificando suas abordagens e possíveis lacunas em relação ao Ensino de Solo. Tal análise forneceu elementos importantes que serão evidenciados na discussão dos resultados da pesquisa.

2.3 O livro didático da escola

Para a melhor compreensão dos suportes educacionais que a equipe de professores faziam uso, analisamos os livros didáticos disponíveis. Estes foram adquiridos após a escolha dos professores e eram divididos por área de conhecimento. Cada turma recebeu cinco volumes destinados ao aprendizado de Língua Portuguesa, Matemática, História, Geografia e Ciências, todos parte da coleção "A conquista" da editora FTD. Há uma versão digital do "Manual do Professor" que inclui o livro do aluno e sugestões de aprofundamento para o professor.

Restringimos nossa análise aos volumes de Geografia e Ciências, observando que ambos incluem o tema solo de maneira direta ou indireta. Após analisar os cinco volumes, de 1º ao 5º ano, focamos no volume três de Ciências, 3º ano, pois é o único que dedica uma unidade inteira ao solo. O que era esperado na medida em que “dentre os diferentes conteúdos relacionados à área de Ciências da Natureza, a abordagem de solos nos livros didáticos se restringe basicamente a dois momentos do Ensino Fundamental: 3º e 6º anos” Vicente *et al.* (2020, p. 1).

Dos cinco anos do primeiro segmento do Ensino Fundamental apenas em um ano, o solo ganha uma unidade em um livro didático. E ainda, como observado por Becker (2005, p. 2), ao analisar o livro didático, “o espaço dedicado ao ensino do solo é frequentemente nulo ou relegado a um plano menor”, fato que pode ser notado nesta coleção.

Quando o solo é abordado nos livros didáticos, geralmente, a ênfase é dada enquanto elemento estático na paisagem, pois as relações solo-paisagem são pouco exploradas, e suas funções são restritas ao espaço rural, principalmente relacionada ao uso na produção de alimentos (Bastos *et al.*, 2020, p. 02).

O volume analisado foi o destinado ao professor. Ele possui um total de 180 páginas, sendo que a unidade intitulada "O solo e seus recursos" ocupa 31 páginas. Os objetivos propostos pelo livro (Cruz, 2021, p. 106), para esta unidade são:

- Descrever as principais características do solo.
- Explorar diferentes métodos de produção de alimentos.
- Identificar e descrever atividades que dependem do uso do solo.
- Reconhecer práticas de extrativismo e outras formas sustentáveis de produção de alimentos e objetos.

- Definir conceitos e compreender atividades relacionadas à mineração.
- Identificar o uso de metais na indústria.
- Conscientizar-se sobre os danos causados pela mineração.

A unidade específica sobre o solo conta com 47 fotos e cinco ilustrações. Nas fotos podemos observar que 15 delas tratam diretamente do solo. Nelas o autor deu destaque para retratar os diferentes locais com solo aparente; características do solo; interação das plantas com o solo e os diferentes tipos de solo (arenoso, argiloso e humoso), além da extração de minérios no solo e os rejeitos presentes no solo.

Logo no início do capítulo, nos deparamos com um texto explicativo que nomeia de camadas (Fig. 1) os horizontes do solo, induzindo ao sentido de sobreposição de solos, sem a presença de animais, água ou outros elementos que compõem o solo. Há apenas a ilustração de uma árvore em uma paisagem aberta que se assemelha ao campo.

Figura 1: Ilustração do livro “A Conquista: Ciências”



Fonte: A Conquista: ciências: 3º ano, p. 74.

As interações dos elementos que constituem o solo estão negligenciadas, nesta figura abstrata, na medida em que não mostra a presença de animais, por exemplo. Nesta representação do “solo em corte”, a descrição da formação do solo ocorre apenas como a decomposição da rocha em partículas. Descreve os horizontes apenas como uma sobreposição de cores e texturas sem considerar outros elementos importantes do processo.

Lima (2005) já apontava tais falhas em seus estudos, alertando que o conteúdo solo, embora já abordado nos PCNs (Brasil, 1997) e nos currículos

escolares, apresenta problemas em sua implantação devido a falhas nos livros didáticos e na formação básica e continuada dos professores.

Apesar de ser pouco explorado nos livros (Becker, 2005) e nos momentos formativos, o solo é um tema relevante para ensinar conceitos de sistema, interação de elementos, história da vida na Terra, entre outros.

Retomando a análise do livro, há oferta de subsídios (leituras, vídeos e sugestões de atividades) para o aprofundamento dos conhecimentos do professor e a elaboração de atividades práticas, tais como observação do solo, discussões em grupo e projetos de pesquisa.

O livro didático, A Conquista: Ciências do 3º ano, aborda de forma sucinta e abrangente o tema do solo. No entanto, é importante ressaltar que o conteúdo apresentado é bastante simplificado e limitado, o que pode não proporcionar uma compreensão adequada do assunto.

O livro destaca a importância do solo para o desenvolvimento das plantas, a preservação do meio ambiente e a manutenção da vida na Terra. Além disso, aborda questões relacionadas à poluição do solo, desmatamento, erosão e formas de conservação.

A análise deste material foi essencial para entender algumas respostas apresentadas no questionário. No próximo capítulo, apresentaremos os dados coletados na pesquisa, assim como as atividades desenvolvidas pelos professores a respeito do Ensino de Solo.

CAPÍTULO 3: COLETA E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Este capítulo descreve a coleta e organização dos dados da pesquisa, que inclui oficinas práticas, depoimentos, análise de livros didáticos, observação das interações entre professores, bem como as ações desenvolvidas por eles. Além disso, contempla desenhos, fotografias, acompanhamento por meio de portfólio online e notas de campo.

Dividido em duas partes, inicia-se com a apresentação dos dados coletados durante as oficinas e, posteriormente, concentra-se nas ações desenvolvidas pelos participantes com os alunos.

A pesquisa, aplicada a 36 professores do primeiro segmento do Ensino Fundamental em uma escola de periferia urbana de um município da Região Metropolitana de São Paulo, busca compreender como os professores abordam o tema solo em suas aulas e identificar lacunas de conhecimento de conteúdo, bem como de conhecimento pedagógico a respeito desta temática. Trata de quatro aspectos fundamentais do solo:

A) Definição de solo, incluindo sua formação e terminologia;

B) Morfologia do solo e seus aspectos diretamente observáveis a olho nu, englobando os componentes do solo, as transformações entre eles e os agentes transformadores materiais;

C) Morfologia do solo e seus aspectos não observáveis a olho nu e seus desdobramentos sistêmicos, como vida microscópica;

D) Relações do solo com as atividades ambientais desenvolvidas na escola.

Na sequência discutiremos as etapas da investigação.

3.1 Etapas de investigação

O ensino de Ciências Naturais, especialmente quando se trata do Ensino de Solo, possui o potencial de proporcionar aos alunos uma compreensão sobre a importância do ambiente que os cerca e incentivar práticas sustentáveis desde cedo.

Os procedimentos adotados foram divididos em quatro etapas distintas, a saber:

Etapa 1: Aplicação de questionário para obter conhecimentos prévios dos professores sobre o tema. Esta etapa é fundamental, pois permite a identificação dos pontos de partida e das lacunas a serem abordadas durante o processo formativo.

Etapa 2: Elaboração das oficinas práticas para proporcionar uma vivência direta com o solo.

Etapa 3: Aplicação das oficinas, durante as quais foram observadas a interação dos professores com o conteúdo e entre si. Essa observação direta é essencial para avaliar o impacto das atividades na compreensão e na prática dos professores.

Etapa 4: Análise das ações dos professores após as oficinas, para averiguar os possíveis desdobramentos da formação na prática docente. Essa análise permite verificar mudanças nas abordagens e estratégias de ensino utilizadas em sala de aula.

3.1.1 Etapa 1: o questionário

A pesquisa iniciou com a aplicação de um questionário para identificar os conhecimentos dos professores sobre o tema. O questionário é uma ferramenta amplamente utilizada em pesquisa, permitindo ao pesquisador coletar informações específicas enquanto possibilita aos participantes expressarem suas opiniões e experiências de maneira livre (esta técnica de pesquisa é sugerida por muitos autores diferentes, p. ex. Minayo, 2012, Bogdan e Biklen, 1994).

Neste estudo, o questionário inicial teve como objetivo descrever o perfil, os conhecimentos de conteúdo e pedagógico dos participantes, permitindo a personalização das formações de acordo com suas necessidades e interesses, conforme proposto por Gibbs (2009) sobre o uso de técnicas de coleta de dados qualitativas.

Estruturado com questões abertas e fechadas, o questionário abordou variáveis socioeconômicas e domínio sobre o solo e seu ensino, possibilitando uma análise e categorização dos dados conforme os conceitos da Pedologia.

Essa abordagem de coleta de dados foi fundamental para a elaboração de oficinas práticas, uma vez que possibilitou a identificação precisa das necessidades e

interesses dos participantes, viabilizando assim um planejamento personalizado do conteúdo (Fortunato, 2018).

O acesso ao questionário foi realizado por meio do compartilhamento de um link do *Google Forms* durante uma das visitas à escola. As respostas ao questionário, contemplando os 36 professores participantes, revela que a maioria é do sexo feminino, com idade acima de 40 anos e possui formação em Pedagogia. Em maioria atuam em mais de uma rede de ensino e com experiência profissional superior a dez anos. Não foi identificado nenhum participante com formação nas áreas de Ciências Naturais em nenhum nível (curso de graduação ou de aperfeiçoamento).

A matriz curricular da instituição de ensino é indicadora da atuação em sala de aula, os professores dedicam 25 horas-aula semanais para alunos do primeiro ao 5º ano, com a distribuição das aulas por área de conhecimento determinada por eles mesmos no planejamento anual.

As respostas dos professores revelaram que, para as disciplinas de Geografia e Ciências (Quadro 1), nas quais o solo pode ser um tema, aproximadamente 46% dos professores incluem uma aula dedicada a uma dessas áreas em seu planejamento semanal. Isso sugere que o tópico solo praticamente não é ensinado, na medida em que ele só ganha destaque no material didático dedicado ao 3º ano.

Quadro 1: Frequência das aulas de Geografia ou Ciências por semana.

Frequência	Números Absolutos e Porcentagem
Algumas vezes	15 (41.7%)
Frequentemente	16 (44.4%)
Muitas vezes	4 (11.1%)
Poucas vezes	1 (2.7%)

Fonte: Pesquisa “Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental”, 2023.

O questionário tratou do conhecimento de conteúdo: os professores foram questionados sobre a definição de solo, abordando sua terminologia e funcionalidades.

Na questão aberta, "O que é solo?", as respostas foram categorizadas em três tipos: uso de termos científicos; parciais (respostas gerais, sem termos técnicos, ou ligadas ao conhecimento do cotidiano) ou resumidas (muito curtas ou sem aprofundamento); não respondeu (resposta em branco) (Quadro 2). Um exemplo de resposta parcial ou resumida: "É a camada de materiais diversos que cobrem a superfície terrestre". (Resposta de P₍₂₅₎)

Observou-se que 75% dos participantes forneceram respostas parciais ou resumidas, enquanto 11.1 % utilizaram termos científicos em suas respostas. Além disso, 13.9 % dos participantes não abordaram a conceituação do tema.

Quadro 2: Conceito de solo segundo as respostas dos participantes.

O que é solo?	Números Absolutos e Porcentagem
Respostas com termos científicos	4 (11.1%)
Respostas parciais ou resumidas	27 (75%)
Não respondeu	5 (13.9%)

Fonte: Pesquisa "Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental", 2023.

Em outra pergunta aberta sobre "Como se forma o solo?" observou-se que 82% dos entrevistados forneceram respostas parciais ou resumidas, enquanto 3% utilizaram termos científicos em suas respostas. Além disso, 15% dos participantes não responderam (Quadro 3).

Quadro 3: Formação de solo segundo as respostas dos participantes.

Como se forma o solo?	Números Absolutos e Porcentagem
Respostas com termos científicos	1 (3%)
Respostas parciais ou resumidas	30 (82%)
Não respondeu	5 (15%)

Fonte: Pesquisa "Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental", 2023.

Um exemplo de resposta parcial ou resumida para a questão citada acima, foi: *"Em pequenas partículas."* (Resposta de P₍₂₇₎). No entanto, outro professor P₍₃₆₎ formula uma resposta com termos científicos: *"O solo é formado por partículas de minerais e também orgânicas, que aos poucos vão se ajuntando e devido à ação da chuva, do vento, do calor, do frio e de fungos, bactérias, minhocas, formigas e cupins vão desgastando as rochas e modificando o relevo"* (Resposta de P₍₃₆₎).

Esta resposta sugere que P₍₃₆₎ tem uma definição de solo que contempla tanto os aspectos observáveis (ação da chuva, animais), quanto os não observáveis a olho nu (fungos e bactérias).

A ideia de formação do solo em camadas foi mencionada cinco vezes pelos participantes. Por exemplo, o professor P₍₁₆₎ descreveu o solo como sendo *"formado por diversas camadas, com diferentes aspectos e funções, composta por minérios, vegetais e animais"*.

O P₍₃₆₎ apresentou o conceito de "camada", mesmo sem usar o termo específico, ao descrever sobre a formação do solo, entretanto sua resposta contém elementos do senso comum acerca do depósito de sedimentos.

Em outra questão aberta que tratou da morfologia do solo, especificamente sobre a cor do solo, observou-se um grande número de respostas parciais. Por exemplo, o participante P₍₂₃₎ resumiu a formação do solo como sendo *"o material do qual é composto"*, sem mencionar nenhum componente específico ou indicar sobre o que estava se referindo.

Por conseguinte, na questão que tratou das funções do solo, optou-se pelo formato de múltiplas escolhas (podendo ser escolhida mais de uma opção). As respostas foram categorizadas em cinco grupos (Quadro 4), considerando a proximidade das funções. Os professores destacaram diferentes funções do solo, sendo que a maioria 58% fez associação com a agricultura.

Quadro 4: Funções do solo segundo as respostas dos participantes.

Quais são as funções do solo?	Números Absolutos e Porcentagem
Produção de alimentos	21 (58%)
Moradia	11 (30%)
Fonte de nutrientes para animais e plantas	3 (8%)
Parte do ciclo da água (chuvas, enchentes, etc.)	7 (19%)
Não respondeu	1 (4%)

Fonte: Pesquisa “Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental”, 2023.

Para entender o que os professores ensinam sobre solo, solicitou-se que listassem os temas abordados. Os participantes deram mais de uma resposta, que foram agrupadas por proximidade, conforme apresentado no Quadro 5.

Quadro 5: Temas abordados no processo de ensino sobre o solo segundo as respostas dos participantes.

Principais temas ao ensinar sobre o solo	Números Absolutos e Porcentagem
Formação do solo	13 (37%)
Preservação do solo para produzir alimentos	7 (19%)
Solo ligado às questões ambientais	7 (19%)
Não respondeu	9 (15%)

Fonte: Pesquisa “Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental”, 2023.

Os temas mais mencionados foram a formação do solo, seguido pela preservação do solo relacionada à produção de alimentos e questões ambientais.

Ao final do questionário, os participantes foram incentivados a esboçar um desenho do solo, sem diretrizes específicas sobre o que deveria ser representado. Os participantes foram orientados a desenhar em uma folha à parte e entregar as produções ao final da oficina. Quatro produções são destacadas (Fig. 2).

Figura 2: Desenho dos participantes



Fonte: Pesquisa “Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental”, 2023.

A análise dos desenhos revelou diferentes percepções a respeito do solo, desde uma visão simplificada até uma compreensão mais detalhada de seus componentes e funcionalidades.

No desenho de número **1**, observa-se uma sobreposição de água, ferro, minerais e nutrientes, subsolo com materiais orgânicos e o solo (verde). A princípio pode-se interpretar que o solo é visto como a camada que contém vegetação e não como um sistema integrado dos elementos citados.

No número **2**, há paisagem que lembra um relevo de um campo com pouca vegetação. O número **3**, chama a atenção para o papel da água no solo, nota-se um possível lençol freático e tons diferentes que remetem às cores distintas do solo. O último desenho, número **4**, destaca uma minhoca no solo e pontos que podem indicar a presença de fragmentos de rochas.

A atividade de esboço foi adaptada do material do Programa de Extensão Universitária Solo na Escola, do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR, por sugerir que “esta atividade simples (que pode ser utilizada do ensino fundamental ao superior) permite observar as impressões que os alunos têm sobre o solo, e as eventuais confusões de conceitos existentes.” (Lima *et al.*, 2007, p.17)

Após a tabulação das respostas do questionário e análise dos desenhos, estabeleceu-se uma estrutura para a formação contínua dos professores, seguindo uma abordagem formativa baseada nas necessidades identificadas, etapa 2.

3.1.2 Etapa 2: elaboração das oficinas

Com base nas respostas ao questionário, na análise dos documentos curriculares e do livro didático, focamos em quatro aspectos fundamentais do solo para elaborar as oficinas. Estas se concentraram nas questões essenciais sobre o solo elencadas no questionário: sua definição, formação, funções e experimentos.

Ampliamos essas questões com o desenvolvimento de uma metodologia de ensino baseada em experimentos simples, permitindo com que os professores observassem o solo como um tema interdisciplinar, presente tanto no Ensino da Arte, Ciências, bem como na alfabetização.

As oficinas foram projetadas para a realização de experimentos práticos e acessíveis, utilizando os recursos disponíveis na escola, como as áreas com solo exposto, transformando espaços escolares em atividades extramuros (como se fossem laboratórios ao ar livre). Essa abordagem facilitou a integração entre teoria e prática em torno do tema do solo. É necessário lembrar que a escola não tem um laboratório.

A seleção do conteúdo e dos métodos de ensino foi subsidiada por sugestões encontradas em materiais do Programa de Extensão Universitária “Solo na Escola” da UFPR, como “Experimentos na Educação em Solos” (Knopki *et al.*, 2020) e “O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do Ensino Médio” (Lima *et al.*, 2007).

É importante enfatizar que o tema solo pode e deve ser integrado durante ao Ensino Fundamental e Médio de forma interdisciplinar, adaptando-se ao nível de complexidade de cada ciclo escolar, como destacado no seguinte trecho:

[...] a visão do solo como componente fundamental do meio ambiente, que faz parte do nosso cotidiano, uma vez que, a todo instante, estamos interagindo com o solo. De maneira geral, o estudante não tem clara esta visão e julga que o solo serve e é utilizado apenas e exclusivamente com atividades agrícolas. Existem inúmeras formas para ensinar o tema solo tanto no meio urbano ou rural. Acreditamos que uma abordagem interdisciplinar fará com que os alunos adquiram maior interesse no estudo do solo e

consigam melhor entender o papel e as funções que exerce no meio ambiente, o que, sem dúvida, permitirá a aquisição e aumento da necessária consciência ecológica. (Lima *et. al.*, 2007, p. 6)

As respostas do questionário indicaram que os participantes não dominavam o conhecimento de conteúdo a respeito da composição, formação, função e aplicação de atividades sobre o solo.

O Quadro 6 mostra o que foi tratado pelas oficinas que incluíram interações do solo com a biosfera, a atmosfera, a hidrosfera e a crosta terrestre.

Para enriquecer o ensino sobre o solo, realizamos observações e interações diretas com o solo nas áreas verdes da escola, coletando amostras e conduzindo experimentos simples para entender suas características táteis e visíveis a olho nu, tais como porosidade, plasticidade entre outras.

Após as oficinas, foi sugerido aos professores que elaborassem atividades didáticas sobre solos para seus alunos, seguida de postagens dos resultados da aplicação em um portfólio digital. O portfólio objetivou acompanhar o planejamento e os relatos das práticas pedagógicas com o intuito de verificar como os conceitos foram mobilizados pelos professores.

Quadro 6: Cronograma das oficinas.

Dia	Aspecto	Objetivos	Conhecimento explorado	Atividades adotadas
24/03	O que sei sobre solo?	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar o que os participantes compreendem sobre o tema solo; - Esclarecer possíveis dúvidas sobre o programa de Oficinas de Formação Continuada. 	Conhecimento prévio dos participantes sobre o solo.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de questionário; • Desenho do solo.
08/05	O solo na escola	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer relações sobre os saberes dos alunos referentes ao solo; - Identificar na escola locais em que o solo está exposto para pensar em possibilidades de ensino para os alunos; -Coletar amostras de solo. 	Conceitualização do solo e da presença de ar no solo.	<ul style="list-style-type: none"> • Aula de Campo: locais da escola onde há observação direta de porções do solo; • Experimento da imersão do torrão na água.
15/05	Solo e a Arte	<ul style="list-style-type: none"> -Identificar as diferenças das cores do solo considerando que dependem do tipo de material do qual ele é constituído; - Promover a aprendizagem por meio da arte. 	Conceitualização dos tipos e cores do solo.	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação de artistas que trabalham com tinta de solo; • Experimento criar tinta à base de água e amostras de solo; • Pintura com tema livre.
22/05	Solo na proposta curricular e na prática pedagógica	-Estabelecer relações sobre a atividade de tinta do solo com PCM em diferentes áreas e de acordo com as particularidades da turma.	Conceitualização das funções do solo.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração junto com os professores de uma trilha de aprendizagem digital sobre solo de acordo com a PCM.
29/05	Jogo do solo	<ul style="list-style-type: none"> -Consolidar os conhecimentos por meio da gamificação; -Identificar outros meios de avaliação. 	Conceitualização das propriedades do solo.	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de um jogo digital com a temática do solo.

Fonte: Pesquisa “Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental”, 2023,

3.1.3 Etapa 3: as oficinas

Nesta fase da pesquisa os participantes foram divididos em três turmas, aproximadamente 12 participantes em cada conforme horário de formação já estabelecido pela unidade escolar e, cada oficina durou cerca de uma hora.

Nas oficinas práticas adotamos um método que incluiu a revisão das respostas ao questionário, ampliação do conhecimento por meio de atividades práticas e discussões abertas.

Inicialmente, procuramos sensibilizar os professores (Becker, 2005) para uma compreensão mais ampla sobre o solo, especificamente o item definição de solo (incluindo sua formação e terminologia), que se revelou um dos pontos de dificuldade destacados nesta pesquisa, com respostas frequentemente parciais.

Para envolver os professores com o tema, conduzimos os grupos para identificar áreas com solo exposto na escola, uma vez que a unidade não possui um laboratório. Uma das primeiras tarefas foi incentivar os professores a reconhecerem o potencial dessas áreas como um "laboratório de solo".

Durante a visita às áreas com solo exposto, os professores foram convidados a observar a diversidade de características do solo, como diferenças de textura e plasticidade, além de identificar quais áreas tinham plantas (jardins, flores, horta) e quais havia solo exposto. Eles também notaram as interações com a fauna e flora local, como gramíneas e flores. Coletamos algumas amostras de solo para experimentos posteriores.

Ao retornar à sala (intramuros), retomamos a questão "O que é solo?". Apesar da observação direta das áreas com solo exposto, que apresentavam variadas cores e texturas, as respostas permaneceram semelhantes às do questionário.

Para auxiliar os participantes, apresentamos o site do Programa de Extensão Universitária "Solo na Escola" da UFPR, orientando-os a respeito de como acessar o material. No momento da leitura dos destaques do site, focamos na definição de solo encontrada no *ebook* "O solo no meio ambiente: Abordagem para professores do Ensino Fundamental e Médio" (Lima *et al.*, 2007, p. 11), que destaca: "O solo resulta da ação simultânea e integrada do clima e organismos que atuam sobre um material de origem (geralmente rocha), que ocupa determinada paisagem ou relevo, durante certo período de tempo."

Relembramos que somente quatro professores utilizaram algum termo científico no questionário aplicado antes das oficinas. Dado que os processos envolvidos na formação do solo são complexos e pouco explorados nos materiais disponíveis na escola, a revisão desses conceitos revelou-se importante.

Um aspecto da formação do solo que não foi considerado pelos participantes nas respostas ao questionário foi a presença do ar. Para demonstrar que o ar está presente nos poros do solo, realizamos um experimento simples conforme sugerido no livro "Experimentos na Educação em Solos" da UFPR (Kanopki *et al.*, 2020). O experimento consistiu na submersão de um torrão de solo seco em um recipiente com água. Antes de iniciar o experimento, formulamos as seguintes perguntas: O solo é poroso ou maciço? E se há poros, o que eles contêm?

Os professores não chegaram a um consenso sobre essas questões. O professor P₍₁₇₎ respondeu: "*Não sei se é poroso, mas sei que tem muitos furos nestes torrões e não tem nada dentro, só terra*". Esclarecemos que o solo é composto pela interação de três fases: fase sólida (matéria orgânica e material mineral), fase gasosa (ar do solo) e fase líquida (água do solo) (Lima *et al.*, 2007, p.38).

Para a realização do experimento, dividimos os professores em grupos menores e cada grupo designou um participante para executar a tarefa da imersão do torrão na água. No decorrer do experimento, os professores observaram bolhas de ar subindo à superfície ao emergir o torrão, o que gerou entusiasmo entre alguns participantes devido à facilidade do experimento para ser replicado com os alunos.

Durante as discussões subsequentes sobre os desafios de ensinar o solo, surgiu uma reflexão entre os professores a respeito das limitações dos recursos disponíveis, como livros didáticos e vídeos adequados à faixa etária dos alunos.

Ao serem questionados como ensinam o tema e se ao ensinar utilizam o livro didático, alguns professores mencionaram o ensino de conceitos como fotossíntese, ciclo da água e horta, mas tiveram dificuldades em estabelecer uma conexão clara desses conceitos com o solo.

É relevante destacar que os projetos da escola, como a horta em garrafas PET e a separação de resíduos, resultaram de um projeto ambiental realizado por todos os professores e colaboradores da escola há alguns anos, embora não tenham sido mencionados nas respostas sobre como e o que ensinam sobre o solo.

Durante a discussão, pós-experimento, realizamos a leitura de um trecho do material da UFPR, (Lima *et al.*, 2007, p. 38), a saber:

[...] o solo é constituído por água, ar, minerais e matéria orgânica. Estes componentes enquadram-se em três fases distintas:

A) fase sólida: matéria orgânica e material mineral do solo;

B) fase gasosa: ar do solo (ocupa os poros do solo);

C) fase líquida: água do solo (ocupa os poros do solo).

Os percentuais relativos a cada fase são muito variáveis de acordo com as condições climáticas, que determinam principalmente o teor de umidade, textura (proporção de areia, silte e argila), grau de desenvolvimento do solo, ou mesmo a forma de preparo e utilização do solo.

Após a leitura, os participantes puderam perceber que a composição do solo é extremamente complexa, sendo composta por uma fase sólida, líquida e gasosa, e que cada uma dessas fases desempenha um papel fundamental.

Neste momento, P₍₁₇₎ expressou surpresa ao perceber a complexidade do solo: *“Nossa, nunca imaginei que o solo fosse tão complexo! Sempre achei que era só aquela camada de terra onde as plantas crescem”*. P₍₁₇₎ reconheceu que o solo é mais do que apenas uma “camada” de terra onde as plantas crescem, P₍₁₅₎ acrescenta: *“Pois é, eu também pensava assim. Mas ficou claro pra mim que o solo é muito mais do que isso.”*

Outro professor P₍₇₎ revelou que os livros didáticos não favorecem o aprendizado dos alunos porque está fora da realidade deles, segue a transcrição:

Só que pra criança é fora da realidade dela (referindo-se à formação do solo). Por que a formação de uma rocha? Desgaste aí vai, ..., porque aí vai lá até chegar no que a gente tem é fora da realidade. Ela não vê o desgaste da rocha. Não, nem eu vejo, ninguém vê, o Sol já está aí há quanto tempo? Milhares e milhares ação da água a gente ainda fala, olha, por causa do vento, por causa d' água, mas a criança não vai visualizar, então é fora da realidade dela. O que ela tem?(referindo-se a criança) É o que a gente mostra, ..., só que aí até ele entender que foi formado por uma rocha, até você explicar ele internalizar demora, porque ele vai falar assim está aí (referindo-se ao solo) eu posso deixar a rocha lá que ela vai virar solo, ..., igual o petróleo. Ah, é fóssil, é resto orgânico. Ah, então eu posso enterrar um osso de galinha que eu botei petróleo no quintal. (Transcrição da fala do professor P₍₇₎)²

Essas reflexões das falas dos participantes evidenciam que uma abordagem baseada na observação seguida de discussão, embasada em textos científicos, podem permitir que processos não observáveis do solo (interações entre

² Entre parênteses acrescentamos o termo a que o participante se refere, os três pontos significam pausa na fala.

materiais, reações químicas, etc.) sejam discutidos tanto pelos participantes quanto por seus alunos.

Na oficina "Criando tintas com solo", propomos uma abordagem centrada na produção de tintas a partir dos elementos naturais presentes no solo, visando explorar outros aspectos da morfologia do solo, como plasticidade, textura, coloração, durante a manipulação das amostras, e fomentar a criatividade e imaginação.

Utilizando recursos digitais, como apresentação em *PowerPoint*, buscamos explicar, por meio de figuras retiradas do material da UFPR (Lima *et al.*, 2007), que as cores do solo dependem de seu material de origem e destacamos a importância da diferenciação das cores para a identificação dos horizontes.

Solicitamos amostras de solo à Secretaria de Meio Ambiente do município. Recebemos amostras de diversas cores para fazer uma atividade prática. Usamos solos com cinco cores distintas.

Questionamos os participantes a respeito das possíveis causas das diferentes colorações. Diante da ausência de respostas, apresentamos o trecho de Lima *et al.* (2007, p. 17):

[...] as cores vermelha, amarela ou vermelho-amarela são resultantes da formação de compostos (óxidos) a partir do elemento químico ferro liberado pela alteração das rochas. Os materiais vegetais que caem no solo (folhas, galhos, frutos e flores) e as raízes que morrem também sofrem transformações. Pela atuação de organismos do solo, transformam-se em húmus, que é um composto mais estável e responsável pela cor preta dos solos. Nesse processo, ocorre liberação de ácidos orgânicos, que também contribuem para a alteração dos componentes minerais do solo.

Conduzimos a oficina de Arte que teve início com uma discussão sobre o uso das tintas de solo e sua relação com a Arte. Durante essa atividade, abordamos o histórico e o potencial educativo das tintas baseadas em amostras de solo. Apenas dois participantes relataram ter experiência prévia em atividades que envolveram tintas à base de amostras ou pigmentos de plantas.

Para ilustrar o potencial artístico das tintas de solo, apresentamos imagens de grafites criados com esse tipo de material, destacando que essas obras foram produzidas a partir de elementos do solo.

A importância das cores do solo vai além da sua função estética ou de crítica-social, representando, também, uma conexão com a natureza e a valorização

dos recursos naturais. Para esta oficina utilizamos obras do artista³ Mundano, um paulistano e ex-pichador que resolveu criar Arte com tintas de solo como forma de denunciar crimes ambientais do País.

Mundano recriou em um mural de rua a obra "Os operários" de Tarsila do Amaral (Fig. 3), utilizando material coletado em Brumadinho (em Minas Gerais) após o desastre ocorrido em 25 de janeiro de 2019, no qual muitos funcionários da empresa perderam a vida.

A apresentação do trabalho de Mundano serviu para estimular a conexão entre as Ciências Naturais e a Arte, incentivando os professores a refletirem a respeito da importância da preservação ambiental e do solo.

Figura 3: "Os operários de Brumadinho" por Mundano



Fonte: <https://arteforadomuseu.com.br/operarios-de-brumadinho>.

A utilização de corantes de solo na Arte proporciona uma experiência tátil na sala de aula, permitindo a exploração das características físicas do solo, como porosidade, consistência e textura. Além disso, pode iniciar uma discussão relevante sobre questões ambientais, como foi feito nesta oficina.

³ O termo artista refere-se ao indivíduo que usa a criação artística como forma de defender uma causa, movimento, ideal, etc. De arte+artista.

No momento da manipulação das amostras, os participantes puderam identificar a presença de elementos como areia e fragmentos de madeira, entre outros materiais.

A falta de laboratório nas escolas do município revela a precariedade das condições de ensino. Mesmo experimentos simples sugeridos por Lima *et al.* (2007) não podem ser feitos, p.ex. observar a cor avermelhada da água coletada após simular uma chuva sobre solo exposto evidencia processos de erosão e o transporte de partículas de solo pela enxurrada. Apesar da situação apresentada, é possível incentivar os professores a usar o solo como tinta a partir de uma oficina de Arte e explorar conceitos do solo.

A atividade prática consistiu em usar amostras de solo diluídas em água (Fig. 4), aplicando essa mistura em papel tipo Canson com pinceis, permitindo que os participantes criassem pinturas com tema livre.

Figura 4: Pintura com amostras de solo realizada pelos participantes



Fonte: Pesquisa “Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental”, 2023.

A pintura não apenas permitiu a exploração da criatividade, mas também facilitou a expressão de emoções. Os participantes demonstraram afetividade em suas obras, rememorando experiências passadas, como exemplificado pela produção (Fig. 5) de P(21) que trouxe à tona memórias de sua época universitária.

Figura 5: Pintura realizada por um participante



Fonte: Pesquisa “Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental”, 2023. Imagem retirada do portfólio do professor P(21).

No decorrer da oficina, os participantes tiveram a oportunidade de explorar aspectos da morfologia do solo de forma tátil: a plasticidade, as texturas e a aderência das amostras ao entrar em contato com a água.

Ao discutirmos a aplicabilidade dessas atividades nas aulas, os professores levantaram possibilidades sobre como integrar efetivamente o ensino sobre o solo nos documentos curriculares municipais. Os participantes sugeriram que a linguagem matemática seria contemplada ao ser proposta a observação do tempo de secagem, a relação de proporção entre água e amostras de solo, entre outros aspectos.

Este ponto de interdisciplinaridade do solo é altamente relevante neste segmento na medida em que os professores que atuam são polivalentes, ou seja, ministram aulas de diferentes áreas.

Após a realização da oficina, no momento de discussão e troca, os professores levantaram questionamentos acerca da aplicabilidade dessa atividade no currículo da escola, levando em consideração à Proposta Curricular do município (PCM). O participante P(3) mencionou: “*não consigo ver na PCM as etapas para trabalhar o solo com os alunos. Lá está tudo misturado*”.

A respeito dessa generalização dos documentos, o professor P₍₁₅₎ esclarece: *“Se eu usar a PCM não sei o ponto de partida para iniciar o trabalho sobre o solo com as crianças, por exemplo. Como e qual é o primeiro ponto que devo abordar? Qual é a sequência?”*.

A respeito da prática pedagógica destacamos a fala do professor P₍₁₂₎: *“O letramento, a alfabetização e o ensino das quatro operações são o que eu mais trabalho. Não olho muito para as outras áreas, não dá tempo. Quando quero dar algo de Geografia ou Ciências recorro ao livro”*. P₍₁₂₎ enfatiza quais são os componentes do currículo que aborda e quais deixa em segundo plano.

Segundo Lima (2005), o Ensino de Solo no Ensino Fundamental muitas vezes é mecânico e descontextualizado, com materiais instrucionais como livros didáticos frequentemente desatualizados e inadequados às diretrizes curriculares. Além disso, os alunos urbanos tendem a não perceber a importância do solo devido à contextualização agrícola predominante nos materiais didáticos, o que limita a relevância e o interesse dos alunos pelo tema.

O solo no currículo e a escolha dos pontos de partida e de conclusão para a aprendizagem foi debatido pelos professores, que sinalizaram dificuldade em lidar com documentos muito abrangentes e genéricos, tais como a PCM.

Nesse contexto, o professor P₍₁₅₎ ressaltou a importância de definir um ponto de partida claro para iniciar o trabalho em sala de aula, questionando qual seria a sequência adequada de abordagem do conteúdo solo. Iniciou-se uma discussão entre os participantes que resultou na sugestão de começar a temática a partir da formação do solo, algo que despertaria a curiosidade dos alunos do primeiro segmento do Ensino Fundamental.

Para abordar o Ensino de Solo, os professores consideraram a possibilidade de utilizar recursos como experimentos, vídeos e jogos, destacando a importância de envolver a tecnologia no processo de ensino-aprendizagem, conforme utilizado com eles nas oficinas.

O participante P₍₇₎ sugeriu a criação de um recurso digital para trabalhar o tema e justificou sua escolha dizendo que *“que as crianças gostam quando a tecnologia está envolvida.”*

No entanto, salientamos aos participantes que a busca por materiais na internet não garante o mesmo controle e orientação proporcionados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) em relação ao livro. Neste sentido, orientamos os

professores a buscarem informações em fontes de pesquisa confiáveis, como sites de universidades ou revistas que tratam do assunto. Para o Ensino de Solo o acervo disponibilizado pela UFPR fornece muitos materiais de apoio.

Observando a dificuldade de perceberem o Ensino de Solo como parte do currículo, acompanhamos a criação de trilhas de aprendizagem digital com o tema solo no encontro seguinte. Para isso, sugerimos a leitura prévia da PCM e da BNCC (Brasil, 2018) nas áreas de Geografia e Ciências.

Na oficina final, desenvolvemos juntos inicialmente um quadro comparativo (Apêndice 2) focando especificamente nas áreas de Ciências e Geografia com o intuito de determinar um ponto de referência para a elaboração de algum tipo de atividade.

Durante a elaboração da trilha usando a ferramenta digital *Nearpod*, enfatizamos aos participantes a importância do solo como recurso natural essencial para a vida na Terra, promovendo sua exploração direta em áreas com solo exposto. No entanto, devido à aplicação de avaliação obrigatória do município para as séries de final de ciclo, destinada para os alunos do 2º (ciclo de alfabetização) e 5º ano, tivemos uma redução no número de participantes, contando com a presença de 21 professores.

Ao longo da oficina salientamos aos participantes que o solo é um recurso natural essencial para a vida na Terra e que seu trabalho pode ser feito direto em locais com solo aparente.

Buscamos também incentivá-los a discutir com os alunos temas como as propriedades do solo, pois desempenham um papel importantíssimo, influenciando diretamente na sua fertilidade, capacidade de retenção de água e nutrientes, entre outros aspectos que podem ser observados nas áreas com vegetação da escola.

A trilha de aprendizagem digital criada pelos professores versava sobre a temática do solo, utilizando vídeo interativo, que era pausado em um determinado momento para realizar questionamentos aos alunos, seguido de um jogo de perguntas e respostas (estilo *Quiz*) e concluindo com uma questão aberta para a autoavaliação.

O vídeo escolhido pelos professores foi "Tipos de rochas e formação dos solos", de Rodrigo Paes, com duração de 3 minutos e 36 segundos, disponível no *YouTube* desde 13 de maio de 2021. Trata-se de uma animação explicativa sobre a formação do solo a partir da interação de diversos processos geoquímicos. Optaram

por esse vídeo devido à linguagem acessível aos alunos e às animações de fácil compreensão.

O vídeo aborda de forma sucinta a relação entre os diferentes tipos de rochas e a formação dos solos. No entanto, enfatizamos aos professores que o vídeo apresenta alguns equívocos conceituais, como a falta de ênfase na importância dos processos de intemperismo e erosão na formação dos solos, além da simplificação dos tipos de rochas e sua influência na composição e características dos solos.

O jogo interativo proposto consistiu em quatro desafios que versavam sobre a formação do solo, o reconhecimento dos horizontes por meio de figuras ilustrativas, as cores do solo e suas respectivas funções.

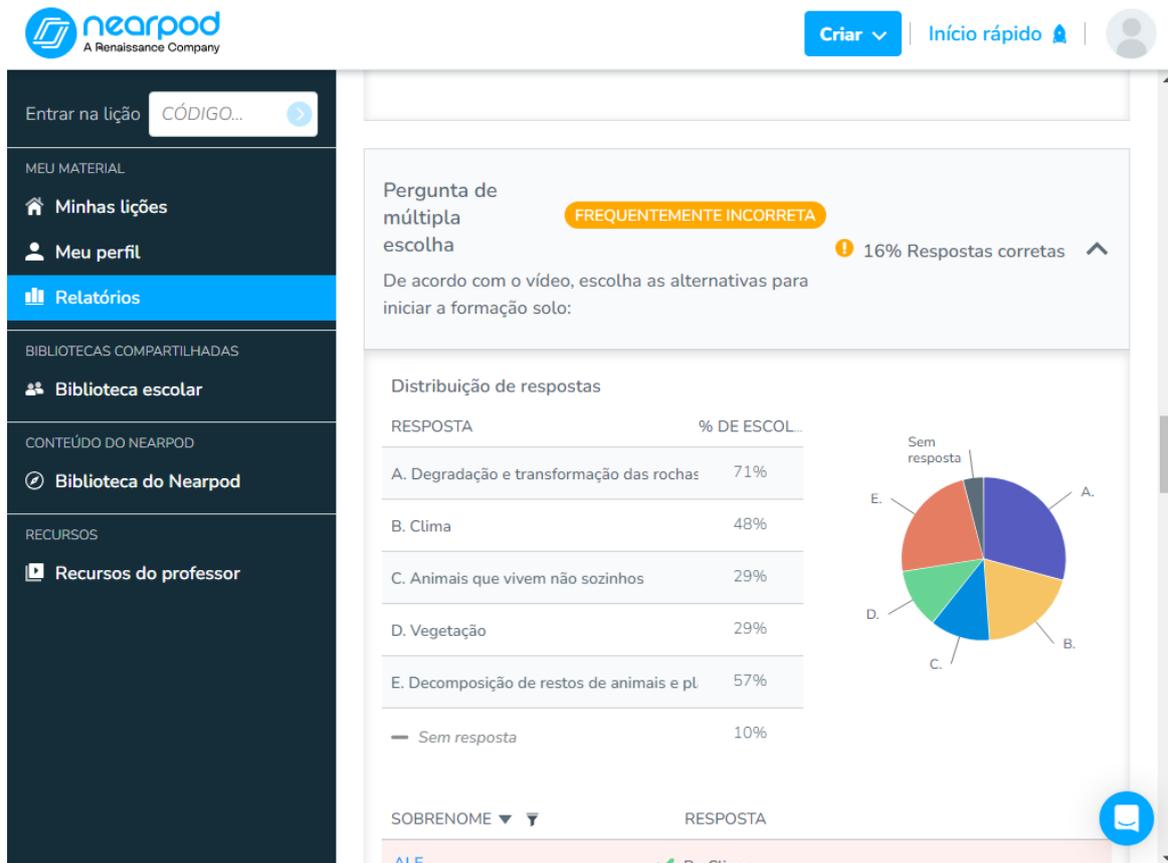
Ao finalizar o ciclo de oficinas, incentivamos os participantes a aplicarem as atividades com os alunos e a compartilharem os resultados no portfólio digital. Durante as oficinas, registramos as considerações dos professores e ao finalizar mantivemos contato, via telefone, com a equipe para esclarecer dúvidas, oferecer apoio e incentivar a colaboração no portfólio.

Alguns professores aplicaram o jogo com seus alunos. P₍₇₎ nos mostrou o relatório de desempenho dos alunos fornecido pela ferramenta (Fig. 6).

Segundo relato de P₍₇₎ após assistir um vídeo sobre o tema solo, os alunos do 5º ano deveriam fazer uma associação com os dados fornecidos pelo vídeo e a formação do solo. De acordo com ele, a intenção em usar essa atividade foi tentar fazer uma ligação com o biodigestor que a escola recebeu e o conhecimento a respeito do solo, no que se refere ao uso do substrato que o equipamento produz e a possibilidade de construção de uma nova horta para a escola.

Como o rendimento dos alunos foi baixo, o professor resolveu baixar o material de estudo da UFPR para abordar o tema com os alunos por meio de aulas expositivas e pesquisa realizadas pelos alunos com o *netbook* fornecido pela escola.

Figura 6: Resultado da atividade realizada com os alunos



Fonte: Pesquisa “Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental”, 2023. Os resultados indicados pela ferramenta indicam que os alunos não compreenderam o vídeo utilizado. Imagem retirada do portfólio do professor P(7).

Ao utilizar o recurso digital criado na última oficina usando um filme com conceitos equivocados do *YouTube*, P(7) percebeu que o exercício do filme não atingiu os objetivos e procurou criar uma estratégia alternativa junto com P(17) em interações diretas com solo. Os desdobramentos desta prática serão tratados na sequência.

3.1.4 Etapa 4: estratégias educacionais no Ensino de Solo

Durante o desenvolvimento da pesquisa, o portfólio digital permaneceu aberto por seis meses. Neste período, mantivemos comunicação com os professores envolvidos, o que possibilitou fazer diversas anotações no caderno de campo.

No portfólio, os professores registraram frases curtas e fotos das ações realizadas com os alunos sendo o solo o tema central, que era uma novidade. Devido as poucas contribuições no portfólio nos primeiros meses, conduzimos a mudança de

foco da coleta de dados: passamos a usar o caderno de campo para anotar os diálogos (depoimentos) dos participantes, durante as visitas à unidade escolar.

Após as oficinas, a unidade escolar recebeu um biodigestor do Ministério do Meio Ambiente (MMA). O dispositivo gera húmus a partir de resíduos sólidos orgânicos para diminuir a produção de resíduos da escola a partir de um programa do MMA e este se tornou tema de discussão na escola.

Alguns professores que fizeram as oficinas de solo perceberam que era uma oportunidade usar a ideia do biodigestor nas atividades de sala de aula. E, ao mesmo tempo, usar o aprendizado das oficinas para promover conteúdos de Pedagogia, bem como sensibilizar os alunos sobre a importância ambiental do solo.

As oficinas buscaram valorizar os componentes do solo (gases, líquidos e sólidos) e sua importância no ecossistema, destacando, sobretudo, a identificação de que há atmosfera no solo e que microrganismos atuam transformando os materiais. Uma das Coordenadoras Pedagógicas da unidade relatou que o professor P₍₁₇₎ decidiu usar o material gerado pelo biodigestor para enriquecer o solo com nutrientes orgânicos e estimular a observação dos alunos sobre as transformações ocorridas. Segundo o mesmo depoimento, os alunos foram conduzidos a observar mudanças feitas por organismos que vivem no solo (lagartas e minhocas).

Conversando com P₍₁₇₎ (e com outros professores dos quartos e quintos anos) recomendamos o estudo de Lima *et al.* (2007) – o material da UFPR que serviu de base conceitual para as oficinas. Sugerimos especialmente o capítulo que apresenta como os microrganismos desempenham diferentes papéis nas transformações do solo: decomposição da matéria orgânica, produção de dióxido de carbono, ciclo de nutrientes, fertilização do solo. Naquele momento, supomos que, após a leitura, os professores deveriam ser capazes de explicar as funções dos microrganismos no solo e no biodigestor. Dessa maneira, poderiam apresentar aos alunos relações desses fenômenos diferentes.

Outro professor aproveitou os conhecimentos adquiridos nas oficinas a respeito do solo foi o P₍₇₎. Apesar de afirmar durante as oficinas que o tema estava “fora da realidade da criança”, unindo-se a P₍₁₇₎ e outros professores atuantes no 5º ano, criaram uma nova horta, utilizando os recursos de uma composteira e do biodigestor para enriquecer o solo, com o intuito de propiciar aos alunos um espaço de observação das transformações e de promoção da educação ambiental.

Esta nova horta horizontal, feita sobre telhas, devido ao temor de plantar em solo contaminado (tema que também foi enfatizado nas oficinas de Ensino de Solo). Os alunos foram engajados nas tarefas práticas de construir e cuidar da horta, bem como em realizar pesquisas para a realização do projeto. Buscaram compreender que tipo de mistura teriam que fazer para o plantio de hortaliças, tempo de crescimento entre outros aspectos. Tudo foi registrado no portfólio (Fig. 7). No entanto, as informações foram insuficientes para esclarecer o que os professores aprenderam e aproveitaram das oficinas.

Figura 7: Área dentro da escola selecionada pelos professores para situar uma futura horta.

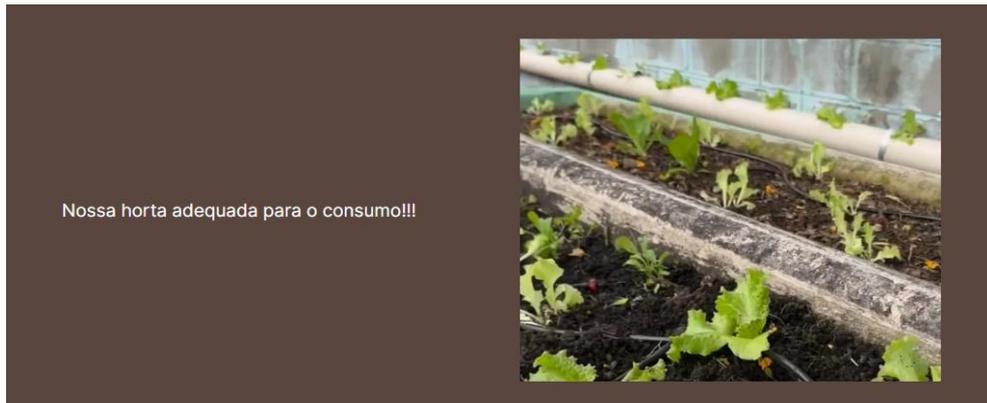


Fonte: Pesquisa “Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental”, 2023. Área com solo vegetado, na qual o participante projeta a construção de uma horta. Imagem retirada do portfólio do professor P(7).

Na imagem é possível observar que se trata de uma área com incidência de sol. No fundo há uma caixa d’água utilizada como composteira. Este é o local selecionado para a construção da nova horta.

O projeto de construção da nova horta foi concluído em poucas semanas e, em outra postagem, P(7) mostra uma horta horizontal sobre telhas (Fig. 8) e ressalta que está “adequada para o consumo”.

Figura 8: Nova horta construída com auxílio dos alunos do 5º ano.



Fonte: Pesquisa “Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental”, 2023. Horta suspensa, horizontal feita sobre telhas. Imagem retirada do portfólio do professor P(7).

Além da nova horta, os alunos do 5º ano construíram um minhocário transparente sob orientação do professor P(17) (Fig. 9), que possibilitou a circulação do recurso pelas salas de aula. Este foi pensado para que os alunos pudessem observar as transformações do material orgânico, principalmente a atuação das minhocas para gerar húmus. O que propiciou aos professores abordarem dos seguintes tópicos: composição do solo, compostagem e animais que vivem no solo. Os alunos da Educação de Jovens e Adultos da escola também realizaram algum tipo de observação do minhocário.

Figura 9: Minhocário transparente posto dentro da sala de aula de uma turma do 5º. ano.



Fonte: Pesquisa “Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental”, 2023. Minhocário móvel, em recipiente transparente, usando para abordar a morfologia do solo com os alunos Imagem retirada do portfólio do professor P(17).

Na Figura 9, há um dado importante: além de explicar para que serve a composteira, o participante revela que o solo entrou no currículo da escola dos alunos do 5º ano. Podemos depreender que tanto os professores, quanto os alunos passaram a perceber o solo como objeto de estudo. Em outros termos, o ordinário despercebido se torna extraordinário que merece observação, descrição e propicia explicações interdisciplinares que beneficiam a aprendizagem integral dos alunos (em Ciências, Geografia, Pedologia, bem como Matemática, Artes e Português). Os professores, por sua vez, melhoram suas estratégias de ensino à medida em que ampliam seus conhecimentos de conteúdo e pedagógico em torno de uma temática tão complexa quanto é o solo.

Em um relato, P₍₁₂₎ destaca que foram feitos gráficos de tempo de escoamento da água em diferentes amostras de solo e atividades de alfabetização utilizando plantas e animais que estavam em determinada parte do solo para fazer um catálogo.

P₍₂₁₎ usa o *Google Lens* para descobrir quais eram os tipos de plantas que a escola possuía, além de fornecer uma explicação sobre qual solo é mais adequado para a manutenção de cada espécie (Fig. 10).

Figura 10: Classificação de plantas e adequação de solos apoiadas em informações da internet.



Fonte: Pesquisa “Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental”, 2023. Atividade de identificação das plantas usando uma ferramenta digital. Imagem retirada do portfólio do professor P₍₂₁₎.

O relato de P₍₂₁₎ demonstra que houve uma pesquisa prévia antes da postagem, na medida em que utiliza conhecimentos técnicos como pH, “solo drenado” e a relação das plantas com o solo adequado para cada espécie. Outro indicativo de que o solo foi incorporado ao currículo e ganha destaque nas discussões da escola.

No próximo capítulo, a análise e discussão dos resultados se desdobram em dois enfoques distintos. Primeiramente, será examinada a formação desenvolvida e as estratégias educacionais implementadas pelos professores participantes, tendo como base as contribuições teóricas de Lybrand (2023), Ben-Zvi-Assarf e Orion (2005), e Lee e Liu (2009). Em seguida, o foco se voltará para a contribuição do Ensino de Solo para a prática pedagógica específica de um dos participantes, utilizando as categorias do conhecimento de Shulman (2005) como referência essencial para descrever as ações docentes nesse contexto.

CAPÍTULO 4: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados da pesquisa indicam que a formação continuada dos professores teve um impacto significativo no entendimento e na valorização do solo como um recurso educacional e ambiental.

A análise dos dados revela que os professores passaram a desenvolver projetos pedagógicos que incluem o Ensino de Solo. A implementação dessas práticas pedagógicas sugere que, com uma formação continuada adequada, os professores estão mais preparados para abordar o Ensino de Solo de maneira interdisciplinar, conforme defendido por Pombo (2006).

Além disso, os depoimentos dos participantes confirmam a relevância de um currículo que inclua temas ambientais, como argumentado por Silva e Imbernon (2021). A familiarização dos professores com o solo por meio de atividades práticas e reflexivas nas oficinas de formação continuada destaca a eficácia das metodologias participativas no currículo escolar.

A análise e discussão dos resultados foram divididas em dois momentos: o primeiro está relacionado diretamente com a formação desenvolvida e as estratégias educacionais realizadas pelos professores participantes, enquanto o segundo está vinculado à contribuição do Ensino de Solo para a prática pedagógica de um dos participantes.

Algumas referências fundamentais foram utilizadas para categorizar os dados obtidos em ambos os momentos. Para o primeiro, destacam-se as contribuições de Lybrand (2023); Ben-Zvi-Assarf e Orion (2005); Lee e Liu (2009). No segundo momento, as categorias do conhecimento básico de Shulman (2005) foram importantes para descrever a ação docente.

Na primeira parte da análise, iniciamos revisitando os quatro aspectos do solo abordados nesta pesquisa (reproduzidos abaixo em termos de itens para facilitar a leitura):

4.1 Definição de solo, sob os seguintes pontos:

4.1.1 Formação do solo.

4.1.2 Terminologia.

4.2 Morfologia do solo e seus aspectos diretamente observáveis a olho nu.

4.2.1 Os componentes do solo e suas fases.

4.2.2 As transformações que ocorrem entre estes componentes.

4.2.3 Os agentes transformadores materiais que se transformam.

4.2.4 O solo como um sistema de interação de transformações.

4.3 A morfologia do solo e seus aspectos não observáveis a olho nu e seus desdobramentos sistêmicos.

4.4 Relações do solo com as atividades ambientais desenvolvidas na escola.

Os dados coletados por meio do questionário e das oficinas revelam que a maioria dos professores participantes desta pesquisa possui um conhecimento inicial do solo que se limita ao senso comum. Esse conhecimento básico, muitas vezes restrito à terminologia e às definições superficiais, demonstra dificuldades em integrar o conhecimento teórico com práticas pedagógicas eficazes e projetos ambientais na escola.

Dos 36 participantes do estudo, 25% (nove professores) se engajaram ativamente na implementação de atividades relacionadas ao tema solo com seus alunos. Um professor do segundo ano organizou atividades de alfabetização centradas no solo, demonstrando um esforço significativo para integrar o tema nas práticas pedagógicas desde os primeiros anos. Além disso, oito professores do 5º ano conduziram projetos em grupo, criando uma horta horizontal sobre telhas. Esses professores adotaram uma abordagem interdisciplinar, beneficiando aproximadamente 260 alunos ao integrar o tema solo no currículo de forma prática e inovadora.

Esses resultados evidenciam que, mesmo em um estágio inicial, as oficinas promovidas tiveram um impacto positivo significativo, com alguns educadores aplicando o conhecimento adquirido e influenciando diretamente a prática educativa de seus alunos. Esta evidência positiva reforça o potencial das oficinas de formação continuada em promover mudanças e melhorias nas práticas pedagógicas, sugerindo um caminho promissor para a ampliação e aprofundamento dessas iniciativas.

As dificuldades dos participantes em incorporar o tema solo ao currículo prescrito podem ser atribuídas à falta de recursos didáticos adequados, ao tempo limitado na grade curricular para Ciências da Natureza e Geografia, e à ausência de formação continuada focada em temas sistêmicos como o solo. É preciso considerar,

ainda, que o tema solo é intrinsecamente complexo. Lybrand (2023) mostra como os sistemas vivo e não vivo interagem nas transformações que ocorrem no solo.

Ben-Zvi-Assarf e Orion (2005), apontam para dificuldades na aprendizagem de conceitos complexos do ciclo da água, e sugerem que temas naturais são frequentemente abordados de maneira desintegrada e superficial. Os professores participantes enfrentam dificuldades para aprender o tema solo.

Ben-Zvi-Assarf e Orion (2005) revelam que os alunos têm muitas limitações para aprender o ciclo da água, seus subciclos, sobretudo as dinâmicas que por sua escala ou local de ocorrência não podem ser diretamente observáveis (p.ex., o subciclo da água subterrânea, ou o movimento de massas de água vindo dos oceanos e atingindo os continentes).

De fato, como indicado por Ben-Zvi-Assarf e Orion (2005), muitos dos temas sistêmicos abordados pelas Ciências Naturais apresentam desafios significativos de aprendizagem por razões cognitivas, o que pode resultar em problemas no ensino. Isso sugere que há obstáculos semelhantes no Ensino de Solo e de outros processos naturais, muitas vezes ensinados de maneira desintegrada e não sistêmica, como apontado por Lima (2005).

Ben-Zvi-Assarf e Orion (2005) revelam que os alunos não relacionam as diferentes partes do ciclo da água devido ao aprendizado incompleto, fragmentado. Não compreendem o funcionamento sistêmico (p. ex. mudança de estado da água em condições naturais), escala global e quantitativa do fluxo da água na atmosfera, bem como subciclos do fenômeno (p. ex. água subterrânea).

Na escola, a definição de um conteúdo muitas vezes se limita à terminologia, sem uma exploração adequada dos fenômenos subjacentes, dificultando a compreensão dos alunos.

Como observado por Young (2011), os elaboradores do currículo não são os mesmos que o implementam, que ressalta a necessidade de uma sensibilização para questões relevantes nas esferas cultural, econômica e política.

A mudança da prática de ensino exercida pelos oito professores do 5º ano implicou integrar o tema solo nas aulas. Atividades como horta, compostagem e o adubo do biodigestor foram tratados dentro de um eixo curricular do Ensino de Solo.

As oficinas realizadas proporcionaram uma experiência direta com o solo, permitindo aos participantes relacionar conceitos observáveis como estrutura, textura e porosidade à capacidade do solo de reter água, conforme sugerido por Lima (2022).

O depoimento de um participante que utilizou materiais da UFPR para ensinar sobre solo indica uma compreensão do conceito do conteúdo solo, buscando estratégias pedagógicas para melhorar a aprendizagem dos alunos. Isso reflete a aquisição de um conhecimento de conteúdo, conforme descrito por Shulman (2005), e um esforço para promover o conhecimento científico necessário para os alunos, como defendido por Young (2011).

Neste contexto, “construir conhecimento sobre o solo é desolcutar e ganhar a compreensão mais exata deste objeto” (Becker, 2005, p. 75), isso aclara porque professores incluem o solo como objeto de ensino em suas aulas. Foi fundamental ter algum conhecimento que tornou o solo perceptível à observação para conduzir os alunos a observar esses fenômenos na natureza. O despertar sensibiliza os professores que passam a observar o solo.

Ben-Zvi-Assarf e Orion (2005) enfatizam a necessidade de uma abordagem mais vivencial sobre o ciclo da água e isso implica articular atividades de campo (extramuros) a experimentos de laboratório (intramuros). Esta articulação é feita para as transformações do solo e por meio dela há um aprendizado vivencial e experimental prático para despertar a observação de fenômenos e introduzir conceitos complexos. Em um primeiro momento, isso ocorre com os professores para, no segundo, alcançar seus alunos.

Para iniciar a análise dos resultados, é fundamental compreender a definição de solo e suas implicações pedagógicas. Na sequência, discutiremos sobre as várias definições e formações do solo, estabelecendo a base teórica para a análise dos dados coletados.

4.1 Definição de solo

O solo é essencial para a vida na Terra, desempenhando múltiplas funções vitais. Ele filtra a água que bebemos, sustenta a agricultura e serve de base para a biosfera terrestre. Segundo Lybrand (2023), o solo fornece alimentos, fibras e combustíveis, além de abrigar micróbios que servem para produzir antibióticos. Ele também ajuda a mitigar as mudanças climáticas ao armazenar e consumir gases de efeito estufa.

A decomposição de rochas e minerais no solo libera nutrientes essenciais, alimentando a hidrosfera e influenciando a produtividade marinha costeira. Diversos

animais, como abelhas e tartarugas, dependem do solo para sobreviver. Além disso, o solo sustenta uma complexa rede micorrízica de raízes de plantas e fungos que trocam carbono, nutrientes e água conforme as necessidades ambientais.

O Quadro 7 apresenta a definição de solo segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SBCS).

Quadro 7: Definição de Solo

O solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contêm matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas. (Santos *et al.*, 2018, p. 27)

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2018. Este quadro descreve a definição do solo.

Este conceito amplo e complexo do solo, que engloba partes sólidas, líquidas e gasosas, funções ecológicas e papel na biosfera, não está integrado nas práticas pedagógicas observadas na pesquisa.

No questionário, a maioria dos professores participantes percebiam o solo de maneira funcional, focando apenas em sua utilidade imediata para o plantio e o crescimento das plantas. Os conceitos técnicos, como a composição do solo ou os processos de formação, não eram abordados. Este nível de compreensão inicial reflete uma visão mais prática e menos científica do solo, com pouca consideração dos aspectos técnicos que fundamentam sua importância.

No entanto, após as formações e o contato com materiais da UFPR, nove professores mostraram algum tipo de avanço, implementando atividades básicas sobre o solo e começando a explorar conceitos técnicos de forma mais estruturada, como o uso de termos como decomposição de materiais orgânicos, solo drenado, pH apresentados em postagens no portfólio digital.

4.1.1 Formação do solo

De modo geral, os professores demonstraram um nível de compreensão inicial dos processos de formação do solo, focando mais em aspectos comuns e funcionais do solo. O conceito de formação do solo é complexo e envolve processos como intemperismo, pedogênese e a interação entre as fases sólida, líquida e gasosa conforme apresentado no Quadro 8.

Quadro 8: Os componentes do solo (as fases).

O solo se forma a partir de processos complexos que ocorrem ao longo do tempo, sob a influência de fatores como clima, organismos e relevo. Quando observado da superfície, ele é composto por horizontes aproximadamente paralelos. Diferencia-se do material de origem inicial devido a adições, perdas, translocações e transformações de energia e matéria. Esses processos refletem a formação do solo através do intemperismo do substrato rochoso ou de sedimentos diversos.

Fonte: Santos *et. al*, 2018. Este quadro descreve os processos de formação do solo.

A atividade de construção da horta com substratos do biodigestor e minhocário realizada pelo professor P⁽⁷⁾ em parceria com outros professores do 5º ano ampliou o nível de compreensão da temática e proporcionou aos alunos uma oportunidade de explorar o solo e a nutrição das plantas por meio da prática direta, aplicando terminologias técnicas como “substrato orgânico” em um ambiente real.

João, Rodrigues e Henriques (2018), destacam que atividades práticas, como a criação de hortas, são essenciais para ensinar conceitos de solo e promover o desenvolvimento sustentável, ajudando os alunos a conectar teoria com prática e a entender a importância dos processos naturais e a gestão de recursos.

No estudo de Ben-Zvi-Assarf e Orion (2005), a atividade “Construção de um Modelo do Ciclo da Água”, na qual os alunos criaram uma maquete representando a evaporação, condensação, precipitação e escoamento da água, ajudou os alunos a visualizar e entender os processos naturais por meio de uma representação física e discussões sobre cada etapa do ciclo da água. De forma similar, a criação da horta permitiu aos alunos experimentar como a mistura de substratos para o preparo da terra pode enriquecer o solo, proporcionando uma compreensão prática da importância de um solo bem preparado para o crescimento das plantas.

4.1.2 Terminologia

A terminologia do solo (Quadro 9) refere-se ao conjunto de termos utilizados para descrever as características, processos e componentes dos solos. É essencial para a comunicação e aplicação de técnicas no campo da ciência do solo.

Quadro 9: Os componentes do solo (as fases).

Abrange o conjunto de termos e definições utilizados para descrever as características, processos e componentes dos solos, essencial para a comunicação precisa e eficaz entre profissionais da área. Segundo a Santos et al. (2018), a terminologia do solo inclui a definição de conceitos como horizontes, texturas, cores e estruturas, bem como a classificação dos solos com base em suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Essa terminologia é fundamental para a classificação dos solos, o manejo agrícola e a pesquisa científica, ajudando a padronizar o entendimento e a aplicação de técnicas e metodologias no estudo dos solos.

Fonte: Santos *et al.* (2018). Este quadro descreve os processos de formação do solo segundo a SBCS.

No questionário, aproximadamente 75% dos participantes demonstraram uma compreensão inicial dos conceitos técnicos do solo, utilizando uma terminologia básica sem aprofundamento dos conceitos, apenas quatro participantes empregaram algum termo técnico. Este dado revela um desafio significativo: a complexidade dos processos envolvidos na formação do solo e a escassez de materiais didáticos adequados nas escolas contribuem para a falta de familiaridade com a terminologia técnica.

No final da pesquisa, um total de nove professores utilizaram algum tipo de termo técnico ao abordar o tema com os alunos e, também, passaram a recorrer à materiais da UFPR para complementar o ensino.

Lee e Liu (2009), exploram como a integração de conceitos complexos e a utilização de uma terminologia clara ajudam na aprendizagem. Trazem um exemplo: os alunos criam um modelo físico do ciclo de energia na natureza, no qual eles devem construir um diagrama do fluxo de energia e discutir os conceitos e termos técnicos envolvidos, como “energia cinética” e “ciclo de energia” para tratar da transformação e fluxo de energia de um corpo para outro.

De maneira similar, uma atividade para o ensino dos conceitos sobre o solo poderia envolver a criação de um modelo físico de um perfil de solo, onde os professores construiriam um diagrama representando os horizontes do solo e discutiriam os processos de formação e as funções de cada horizonte. Assim como no ciclo de energia, um modelo do perfil do solo permite com que os alunos visualizem a estrutura do solo e utilizem terminologias técnicas como "horizonte O", "horizonte A", e "intemperismo" para descrever os diferentes componentes e processos do solo.

Neste modelo, os professores podem construir um diagrama que represente os diferentes horizontes do solo (superficiais e profundos) e discutir suas

características e funções. Por exemplo, podem explicar como o solo é formado ao longo do tempo e como cada camada influencia a vida das plantas.

Em seguida, utilizando um espaço ao ar livre, como um jardim escolar ou área gramada, os professores podem incentivar os alunos a explorar o solo, observando-o cuidadosamente e comparando-o com o modelo criado em sala de aula. Os alunos poderiam procurar por evidências visíveis, como diferentes cores ou texturas no solo, e discutir o que essas observações podem significar sobre a composição e formação do solo.

Para estimular o pensamento científico, os professores podem orientar os alunos a fazer perguntas como "Por que algumas partes do solo são mais escuras do que outras?" ou "Como as raízes das plantas interagem com o solo?". Isso não apenas promoverá a curiosidade científica, mas também incentivará os alunos a utilizar linguagem técnica apropriada, como "horizonte O" (camada orgânica superficial do solo) e "horizonte A" (camada superficial do solo rica em matéria orgânica).

4.2 Morfologia do solo e seus aspectos diretamente observáveis a olho nu

A compreensão da morfologia do solo (Quadro 10) apresenta desafios significativos para professores do Ensino Fundamental, que muitas vezes encontram dificuldades em veicular conceitos complexos de forma acessível e prática para os alunos. Segundo Lima (2005), muitos professores enfrentam barreiras na interpretação e ensino das características visíveis do solo.

Quadro 10: Morfologia do solo e seus aspectos diretamente observáveis a olho nu.

A morfologia do solo é o estudo das características visíveis do solo, incluindo a descrição dos horizontes, cores, texturas e estruturas presentes em um perfil de solo. Por meio da observação a olho nu, podem identificar aspectos como a cor do solo, que revela sua composição e processos de formação; a estrutura, que mostra o arranjo das partículas e agregados; a textura, percebida pela sensação ao toque e pela granulação e, também, a descrever horizontes e suas características distintas: como manchas de óxidos, sinais de erosão e evidências de atividade biológica também são observáveis a olho nu e fornecem informações sobre a formação e as condições do solo.

Fonte: Lima *et al.* (2007). Este quadro resume os aspectos que ajudam a entender a formação e a condição do solo.

No questionário, os participantes forneceram respostas bastante simplificadas sobre a morfologia do solo, sem detalhar os componentes e suas funções. Isso sugere

que eles estão em um nível inicial de compreensão do conceito. Essa falta de observação detalhada pode estar relacionada à teoria de Ben-Zvi-Assarf e Orion, que sugere que mesmo aspectos visíveis do solo são frequentemente ignorados devido à lenta velocidade das mudanças (dias, semanas ou anos) que não capturam a atenção. Por exemplo, o tratamento habitual do solo em jardins ou vasos, como evitar gradear ou remexer, leva à compactação do solo. Apesar de ser algo perceptível, muitas pessoas não associam esse efeito ao que realmente acontece no solo, indicando uma ausência de observação mais profunda.

Por meio da observação e das atividades experimentais nas oficinas perceberam a diferença na textura pela sensação ao toque e pela granulação e pela plasticidade das amostras. Este achado está alinhado com os estudos de Lee e Liu (2009), que destacam a importância das atividades práticas e da modelagem para ajudar na compreensão de conceitos complexos por meio de experiências táteis.

4.2.1 Os componentes do solo e as suas fases

A respeito dos componentes do solo (as fases sólida, líquida e gasosa), destacamos o conhecimento representado nos estudos de Lima *et al.* (2007), destinado a professores do Ensino Fundamental e Médio (Quadro 11).

Quadro 11: Os componentes do solo (as fases).

A fase sólida inclui matéria orgânica e material mineral, enquanto a fase gasosa é ocupada pelo ar nos poros do solo, e a fase líquida é representada pela água também nos poros do solo. A distribuição dessas fases varia significativamente conforme as condições climáticas, umidade, textura do solo e seu manejo.

Fonte: Lima *et al.* (2007, p. 38). Este quadro apresenta a distribuição das fases no solo (sólida, gasosa e líquida), conforme influenciada por diferentes condições ambientais e de manejo do solo.

As respostas ao questionário e os depoimentos durante as oficinas indicam que a presença e os fenômenos do solo não eram reconhecidos pelos professores. O conhecimento fornecido pelos participantes estava restrito às noções simples veiculadas pelo livro didático destinado a turma do 3º ano do Ensino Fundamental. Consequentemente, não tinham conhecimento das fases que o compõem, bem como não observavam a presença de gases ou soluções contidas neste ecossistema.

No decorrer das oficinas os professores realizam observações no experimento do torrão e na coleta e preparo das tintas de solo. A compreensão continua inicial, mas há um esforço para entender os aspectos técnicos da morfologia do solo.

O experimento de imersão do torrão na água traz duas observações: primeiro, que há poros no solo e que eles estão preenchidos de ar. Segundo, o uso de experimentos pode favorecer a observação de componentes e processos que são despercebidos sem observação cuidadosa, ou seja, a presença de uma atmosfera nos poros do solo depende de observação cuidadosa sugerida pelo especialista em Pedologia.

Esta dificuldade de constatação de componentes e processos não se restringe ao solo. Ben-Zvi-Assarf e Orion (2005) revelam que os alunos não percebem a presença da água dentro das rochas (no aquífero). Bem como, não identificam mudanças de estado em condições ambientais naturais, ou seja, não percebem mudança de estado diretamente do gasoso para sólido na atmosfera. Vale a pena acrescentar que a ideia de que a água passa de líquido para gasoso somente a 100° C é um conhecimento induzido por experimentos escolares muito comuns em diversos países (o mesmo ocorre com a passagem da água de líquido para sólido a 0° C).

Ao mesmo tempo, Lee e Liu (2009) mostram que há dificuldades em integrar conhecimentos e conceitos de energia, sobretudo para compreender a conservação da energia. Em uma das atividades, os alunos foram desafiados a explicar a transferência de energia em um sistema de pêndulo, mas muitos não conseguiram integrar adequadamente os conceitos de energia potencial e cinética. Essa dificuldade de integração de conceitos também é observada no ensino sobre solos, onde há um desafio em conectar a morfologia do solo com os processos pedogenéticos e ambientais que moldam suas características.

4.2.2 As transformações que ocorrem entre estes componentes

No segundo ponto, discutimos as transformações que ocorrem entre estes componentes (Quadro 12).

Para exemplificar essas transformações, durante a oficina de "tintas de solo", os participantes interagiram com amostras de solo e água. Eles puderam

manipular as amostras e observar diferenças táteis ao variar a quantidade de água, o que modificou as características das amostras conforme os elementos se misturavam.

Quadro 12: As transformações que ocorrem entre estes componentes.

As fases do solo estão em interação. As transformações do solo envolvem o transporte de partículas e íons tanto de cima para baixo, quanto de baixo para cima (por capilaridade) durante um tempo que não pode ser diretamente observado em laboratório. As partes observáveis desses movimentos são feitos por organismos (formigas, minhocas, cupins), mas há tanto uma atividade microbiana, quanto química (iônica) e de partículas microscópicas (do tamanho das argilas).

As transformações das fases do solo e seus produtos não podem ser reproduzidas em laboratório devido à velocidade lenta da maior parte dessas dinâmicas. Segundo Becker (2005), para compreender as transformações entre os componentes do solo (sólido, líquido e gasoso) é necessário reconstruir uma variedade de conceitos que expliquem sua interconectividade intrínseca. Para tanto, Muggler *et al.* (2006, p. 739) sugerem que para compreender o solo “envolve a construção e revisão de hipóteses” que necessitam ser analisadas nas “condições reais observadas” – interpretamos esta passagem como sendo: observações de campo feitas em poços e trincheiras de perfis de solo.

Fonte: Muggler *et al.* (2006) e de Becker (2005). Este quadro resume as principais informações sobre as interações e transformações das fases do solo, destaca a complexidade desses processos e a dificuldade em reproduzi-los em laboratório devido à sua natureza dinâmica e às limitações técnicas.

Para exemplificar essas transformações, durante a oficina de "tintas de solo", os participantes interagiram com amostras de solo e água. Eles puderam manipular as amostras e observar diferenças táteis ao variar a quantidade de água, o que modificou as características das amostras conforme os elementos se misturavam.

Após as oficinas, os professores do 5º ano criaram oportunidades para a observação de substratos da composteira, do minhocário e do biodigestor, indicando um avanço nas atividades ambientais desenvolvidas na escola. Utilizando recursos disponíveis e integrando pesquisas para otimizar as atividades, essa abordagem representa uma melhoria em relação às práticas anteriores à realização da pesquisa.

O uso de atividade visual e tátil que proporciona o conhecimento das variações de textura (argilosa, siltosa e arenosa), da multiplicidade de cores dependendo do tipo de transformação e dos agentes transformadores presentes em cada amostra.

Os estudos de Becker (2005) e Muggler *et al.* (2006), enfatizam a necessidade de reconstruir uma variedade de conceitos para compreender as transformações entre os componentes do solo em condições reais. Além disso, a atividade prática contribui para superar as dificuldades de percepção descritas por

Ben-Zvi-Assarf e Orion (2005), revelam como os alunos frequentemente não percebem processos ambientais naturais, como a presença de água dentro das rochas ou a sublimação direta do gasoso para o sólido na atmosfera. Argumentam que atividades práticas contribuem para superar as dificuldades de percepção do ciclo da água.

4.2.3 Os agentes materiais que se transformam no solo

A morfologia do solo resulta de um conjunto de interações dinâmicas entre diversos agentes transformadores, que moldam suas características físicas e químicas ao longo do tempo. O Quadro 13 expõe esses agentes à luz da literatura atual.

Quadro 13: Os agentes materiais que se transformam no solo.

Incluem processos naturais e biológicos que afetam a estrutura do solo e suas propriedades. Entre os principais fatores transformadores estão a ação dos organismos vivos, como minhocas e formigas, que alteram a estrutura do solo por meio de suas atividades de escavação e movimentação de partículas. Além disso, a atividade microbiana desempenha um papel crucial na decomposição da matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes, enquanto processos químicos como a formação de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio influenciam a cor do solo e sua fertilidade. A textura do solo, que pode ser argilosa, siltosa ou arenosa, é uma característica fundamental que afeta a retenção de água, a disponibilidade de nutrientes e a aeração do solo.

Fonte: Lima *et al.* (2007). Este quadro sintetiza os principais agentes materiais e processos que transformam o solo.

Com base nas informações do Quadro 13 e nos dados da pesquisa, observa-se que os participantes estão em um nível inicial de compreensão dos agentes materiais que transformam o solo. Com este nível de compreensão superficial tendem a abordar o tema de maneira geral, sem explorar em detalhes os papéis específicos dos organismos e processos na transformação do solo. A abordagem é frequentemente limitada e pouco técnica.

Esta limitação no entendimento pode ser atribuída em parte à simplificação excessiva dos conceitos apresentada no livro didático utilizado pelos professores. Neste as cores do solo são apresentadas ao definir a divisão do solo em três tipos (argiloso, arenoso e humoso), com duas afirmações sobre as cores do solo: “A areia

pode ter, naturalmente, diferentes colorações, dependendo do tipo de rocha que lhe deu origem” e “O solo argiloso pode ter cores diferentes.” (Cruz, 2021, p. 79).

Essa abordagem reducionista tende a simplificar excessivamente a complexidade dos processos naturais e biológicos envolvidos na formação e transformação do solo, levando a uma visão limitada dos fenômenos que lá ocorrem.

A simplificação promovida pelo livro didático contribui para uma compreensão superficial, refletida nas respostas dos participantes, que frequentemente se limitam a observações genéricas, como a cor "marrom" do solo. Essa visão simplificada desconsidera a rica diversidade de texturas, cores e processos que definem a morfologia do solo. A abordagem reduzida do livro didático não fornece as ferramentas necessárias para essa compreensão ambiental e resulta em uma percepção fragmentada dos conceitos, da morfologia e das transformações do solo.

Para ampliar as reflexões sobre este aspecto, associamos as cores do solo com a Arte, em uma abordagem que envolveu atividades de pesquisa e de contato com amostras de solo de diferentes cores com o propósito de identificar a diversidade de materiais de que eram compostas.

Na oficina de “tinta do solo” os participantes experimentaram amostras de solo de cores, texturas, plasticidade variadas e também leram textos que abordaram de forma sucinta a diferenciação das cores.

Para que o conhecimento a respeito do solo seja construído ou ressignificado a mediação do professor e a participação do aluno tendem a favorecer mudanças no ambiente escolar, como já explicitado quando abordamos as atividades do pós oficina, quando houve a criação de um minhocário transparente feito por P(7) e seus colegas, permitindo aos alunos a observação direta das minhocas (agentes de transformação material) remexendo a parte sólida do solo (facilitando a oxigenação e oxidação da matéria orgânica).

Quando foram feitas as oficinas de Ensino de Solo, já existia um minhocário na escola, mas funcionava dentro de uma caixa d’água. A necessidade de trocar o minhocário de material opaco por um transparente permite que as crianças observem diretamente as transformações dos materiais. Ao mesmo tempo, corresponde ao que Ben-Zvi-Assarf e Orion (2005, p. 368) denominam “viver o currículo”; os alunos e os professores tiveram uma nova experiência ao observar as mudanças que podem ocorrer no interior do solo.

4.2.4 O solo como um sistema de interação de transformações

O Quadro 14 mostra um sistema de interação de transformações que ocorrem no solo.

Quadro 14: O solo como um sistema de interação de transformações.

A atividade microbiana desempenha um papel crucial na decomposição da matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes, enquanto processos químicos, como a formação de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, influenciam a cor do solo e sua fertilidade. Segundo Lybrand (2023), apesar de o solo oferecer uma variedade de benefícios e serviços ecossistêmicos essenciais, como a provisão de habitat para polinizadores, mamíferos, anfíbios e répteis, esses aspectos muitas vezes são pouco reconhecidos e frequentemente negligenciados em investigações sobre microhabitats, conservação e modelagem de preferências de habitat.

Fonte: Lybrand (2023). Este quadro resume o papel da atividade microbiana, processos químicos e benefícios ecossistêmicos proporcionados pelo solo

Nesta perspectiva, sete respostas ao questionário revelam algum tipo de conhecimento entre as transformações do solo, da água e dos organismos vivos. Os desenhos elaborados reforçam essas relações. No entanto, tanto os desenhos quanto as explicações fornecidas não esclarecem completamente os mecanismos de transformações subjacentes a esses processos interativos, um indicativo de um nível inicial de conhecimento neste item.

As interações microscópicas dos animais que vivem no solo, como mostrado por Lybrand (2023) não são perceptíveis por observação direta para a maioria das pessoas, o que torna sua compreensão difícil.

Segundo Ben-Zvi-Assarf e Orion (2005), a eficácia do ensino de conceitos complexos, como os processos com a água, pode ser aprimorada por meio de abordagens que permitem a exploração direta e a visualização dos fenômenos naturais, facilitando a construção de uma compreensão mais integrada dos conceitos científicos.

Lee e Liu (2005) enfatizam que experiências práticas e atividades de modelagem podem ajudar os alunos a perceber as interações entre as partes do sistema e a complexidade dos processos ambientais.

As estratégias pedagógicas adotadas pelos oito professores que tomaram o solo como objeto de estudo ultrapassaram os limites restritos e reducionistas do livro didático (Cruz, 2021) os conduzindo para um nível em avanço para além deste ponto.

Ao induzir os alunos a fazer observações de fenômenos e manipulação de objetos (minhocário, produtos do biodigestor), caminhos inusitados foram abertos. Isso sugere que os próprios professores passaram a reconhecer transformações nos materiais selecionados. Podemos concluir que uma ideia mais dinâmica do solo foi adquirida e, antes das atividades associadas a solo, esses docentes não dominavam tais noções.

A utilização dessas ferramentas experimentais não apenas proporciona uma visão mais tátil e visual dos processos de transformação do solo. Embora esse passo se limite ao espaço intramuros da escola, vai um pouco além da observação de um experimento com variáveis controladas, e pode ser usado como uma alternativa ao uso exclusivo do livro didático. Na área urbana, muitas vezes, o contato com o solo é muito limitado devido à impermeabilização recorrente e abundante. Os materiais didáticos criados e usados pelos professores tornam diretamente observável aquilo que pode ocorrer nos horizontes de solo.

Os resultados sugerem, ainda, uma lacuna na compreensão dos componentes físicos do solo, como a presença de ar e água, indicando a necessidade formativa sobre esses aspectos básicos.

Além disso, as transformações entre os componentes do solo foram observadas de maneira limitada. A participação dos agentes transformadores materiais, como os processos biológicos e atmosféricos, também foi subutilizada, sugerindo oportunidades para desenvolver atividades educativas mais contextualizadas e interativas.

4.3 A morfologia do solo e seus aspectos não observáveis a olho nu

Compreender a morfologia do solo envolve reconhecer seus aspectos não observáveis a olho nu e seus desdobramentos sistêmicos (Quadro 15) e a aplicação de métodos e estratégias educativas que revelam a complexidade dos processos.

Toda base experimental de Lybrand (2023) se apoia em observações feitas ao microscópio eletrônico. Largamente descreve interações entre os agentes do solo (seres vivos, íons, argilominerais, soluções) observados na escala de micras.

Quadro 15: Aspectos não observáveis a olho nu e seus desdobramentos sistêmicos.

Aspectos não observáveis da morfologia do solo, como a constância de massa, a vida microscópica, a quantidade de matéria orgânica e a formação de óxidos e hidróxidos, são essenciais para entender sua dinâmica e funções. Segundo Lima *et al.* (2007), a constância de massa refere-se ao equilíbrio entre a entrada e a saída de materiais no solo, que afeta a retenção de água e a disponibilidade de nutrientes. A vida microscópica, incluindo bactérias e fungos, realiza processos vitais como a decomposição da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes, cuja análise microbiológica revela sua diversidade e função. A quantidade de matéria orgânica, medida por técnicas laboratoriais, influencia a estrutura e fertilidade do solo, enquanto a formação de óxidos e hidróxidos afeta sua cor e fertilidade, sendo estudada por métodos químicos para compreender a evolução do solo. Lybrand (2023) revela, em nível microscópico, a interação de esferas e intercâmbios no solo, destacando como os processos biológicos, químicos e físicos interagem em microescala para moldar suas propriedades e funções. Esta abordagem revela a complexidade e a interdependência dos processos que ocorrem no solo, proporcionando uma compreensão mais aprofundada da sua dinâmica interna.

Fonte: Lybrand (2023) Lima *et al.* (2007). Este quadro resume os aspectos não observáveis a olho nu da morfologia do solo e seus impactos sistêmicos

Ben-Zvi-Assarf e Orion (2005) ajudam a aclarar que o ciclo da água é um conjunto complexo de dinâmicas sistêmicas associadas a muitos mecanismos ecossistêmicos. Muitas de suas etapas e transformações não podem ser diretamente observadas, apesar disso, outras podem (p.ex., formação de nuvens ou circulação da água em um córrego). Ora, isso também acontece com os materiais e as transformações do solo. O intemperismo de uma superfície de um cristal de ortoclásio (um tipo de feldspato) não pode ser diretamente observado porque ocorre em escala microscópica e em intervalos de tempo de centenas de anos.

No estudo de Lee e Liu (2009), exploraram como a integração do conhecimento por meio de atividades práticas e modelagens conceituais pode avançar a compreensão dos alunos sobre conceitos complexos, como a energia, o que pode ser utilizado para o entendimento dos processos do solo que não são imediatamente observáveis, como as dinâmicas e funções do solo.

Segundo Lima (2005), o processo educativo sobre o solo deve incluir experiências práticas que possibilitem a construção gradual do conhecimento, levando em consideração os aspectos políticos, sociais e culturais da ciência.

A compreensão das transformações do solo é uma tarefa complexa que demanda não apenas a observação direta dos fenômenos naturais, mas também a utilização de técnicas laboratoriais capazes de revelar dinâmicas e funções que não

são imediatamente perceptíveis. Este processo é essencial para avançar o nível inicial de conhecimento dos participantes sobre o solo.

4.4 As relações do solo com as atividades ambientais desenvolvidas na escola

Por fim, o último aspecto, as relações do solo e as atividades ambientais desenvolvidas na escola. Foram feitas adaptações em ações existentes para integrar o tópico "solo" nas atividades dos alunos, os professores ajustam suas práticas pedagógicas para incluir o solo no currículo de forma integrada, relacionando-as atividades ambientais como compostagem, biodigestor e horta horizontal. Eles reconhecem a importância de um ensino mais contextualizado e prático para melhorar a aprendizagem dos alunos, elevando o nível de compreensão da importância do solo nas atividades ambientais da escola.

A compreensão dos diferentes aspectos do solo e suas interações permite que os professores não apenas veiculem informações mais precisas aos alunos, mas também estimulem um aprendizado aplicável no contexto ambiental e conferem significado para a importância do solo (Muggler *et al.*, 2006).

Ben-Zvi-Assarf e Orion (2005) argumentam que a aprendizagem científica efetiva depende da capacidade dos professores de conectar conceitos científicos a contextos relevantes e experiências práticas.

Lee e Liu (2009) demonstram que atividades práticas e modelagem de sistemas ajudam os alunos a integrar conceitos complexos por meio de experiências tangíveis (observáveis). Lee e Liu (2009) desenvolveram uma atividade na qual os alunos criam e refinam modelos conceituais para representar o fluxo de energia em um ecossistema, o que permite a interpretação das interações entre diferentes componentes do sistema.

Ao adaptar práticas pedagógicas para o Ensino de Solo, os professores podem criar oportunidades para que os alunos explorem o solo por meio de atividades práticas que modelam sistemas naturais. Por exemplo, ao implementar um projeto de horta horizontal, os professores poderiam pedir aos alunos para criar um modelo conceitual do ciclo de nutrientes no solo, semelhante à forma como Lee e Liu (2009) usaram modelagem para representar o fluxo de energia em ecossistemas.

4.5 O solo da prática pedagógica

Este estudo defende que o conhecimento do professor está ligado aos princípios expostos por Darling-Hammond (2014), a saber, o desenvolvimento do conhecimento do professor está vinculado à capacidade de entendimento por meio de estudo, reflexão, experiência guiada e investigação.

O ensino e as grandes orientações didáticas se apoiam em uma concepção que articula compreensão, raciocínio, transformação e reflexão conforme foi defendido por Shulman (2005).

A partir da pesquisa realizada, podemos descrever o desenvolvimento e transformação na prática pedagógica de P(7), utilizando os princípios teóricos propostos por Shulman (2005) e outros autores.

Em seus estudos, Shulman (2005) descreve o conhecimento do professor como uma combinação de conhecimento de conteúdo, didática, currículo, conhecimento pedagógico dos alunos e suas características, conhecimento dos contextos educativos e conhecimento dos objetivos, propósitos e valores educacionais.

No início das oficinas, P(7) demonstrou inquietação em relação à abordagem do solo com os alunos, especialmente em relação aos processos e fenômenos de formação do solo foram considerados abstratos para os alunos – segundo ele próprio. Esta inquietação é exemplificada por sua fala: *“Só que para criança está fora da realidade dela”*.

Se tomamos as categorias de Shulman para descrever e aclarar os esforços empreendidos por P(7) no grupo de oito professores que selecionaram o solo como eixo curricular de uma unidade de ensino. Focar nas atividades realizadas por P(7) ajuda a compreender o que aconteceu.

Ao longo das oficinas, P(7) começou a adquirir novos conhecimentos sobre o solo e passou a manifestar interesse no desenvolvimento de uma atividade digital sobre o tema para engajar os alunos. Isso marca o início de um processo de transformação em sua prática pedagógica. Conforme Shulman (2005, p. 9), o processo de ensino começa quando o professor compreende o que deve ser aprendido e como deve ser ensinado.

Finalizada as oficinas, P(7) continuou a ampliar seu contato com o conteúdo de solo, desenvolvendo atividades práticas com os alunos, aplicando inicialmente o

recurso digital criado na última oficina, contudo, ao perceber resultados insatisfatórios, optou por utilizar material pedagógico da UFPR. Esta habilidade de adaptar suas estratégias de ensino conforme as demandas educacionais indicam que o participante está buscando meios para ensinar o tema solo. Shulman (1987, p. 15) assinala que o conhecimento básico de ensino se vincula à intersecção de conteúdo (do conhecimento) em formas pedagogicamente poderosas e com possibilidades de variações para adaptar ao nível dos alunos.

A percepção de que o recurso digital não foi satisfatório indicou a P(7) que inclui observar diretamente o solo. Apesar de ser muito longa a demonstração nos limites deste texto, solo é parte das Geociências e, considerado desta forma, muitos elementos aceitos para o ensino do conhecimento da Terra podem ser empregados neste tópico específico, dentro deste texto enfatizamos a importância da atividade de campo, ou seja, a observação direta da natureza. P(7) percebe isso a medida que implementa o assunto com seus alunos.

Em outros termos, compreende o que é necessário para abordar o solo com seus alunos: aspectos diretamente observáveis, manipulação de amostras e estímulo à curiosidade, P(7) associou os novos conceitos adquiridos às práticas ambientais da escola, como o biodigestor instalado no local.

O que caracteriza o conhecimento do professor é dispor de meios conceituais para tornar o objeto de estudo acessível aos alunos – como é sugerido por Shulman (1987, p. 16). Segundo Shulman (1987, p. 16) o professor prepara materiais para seus alunos, representa ideias por meio de analogias e metáforas, seleciona métodos e modelos de ensino para instrução, adapta exemplos e ilustrações às características dos alunos (idade, interesses, etc.).

Shulman (2005) destaca que: "Ensinar é antes de tudo compreender. Solicitamos ao professor que compreenda criticamente um conjunto de ideias a serem ensinadas". Antes das oficinas, o participante P(7) não compreendia os processos de formação do solo e, portanto, não sabia como ensinar.

Suas impressões positivas de implementar uma unidade de ensino sobre solos, motivaram a iniciar seu próprio processo de transformação segundo o conceito de Shulman (2005, p. 9), segundo o qual "o processo de ensino necessariamente começa em uma circunstância em que o professor compreende o que deve ser aprendido e como deve ser ensinado" ajuda a explicar as ações de P(7).

Tal compreensão indica que Ensino de Solo e de Geociências induz uma prática pedagógica que envolva os aspectos observáveis, a manipulação de amostras atividades extramuros para aguçar a curiosidade dos alunos e, evidentemente, promover abordagens interdisciplinares (melhoria do raciocínio para ler e escrever, pensar a Matemática, desenvolver habilidades artísticas, facilitar o reconhecimento de categorias para classificar e descrever fenômenos).

Para tanto, associa os novos conceitos adquiridos na formação continuada (iniciada pelas oficinas e prosseguida por meio da prática pedagógica) ao conhecimento que o professor já possui. Shulman (1987) sugere que há vínculos do conhecimento do professor com as práticas escolares.

Materiais, instrumentos e equipamentos das práticas ambientais da escola foram adaptados para promover o Ensino de Solo por meio de uma prática pedagógica diferenciada. Promovendo um avanço no Ensino de Solo em sua prática pedagógica, P(7) correlacionou as demandas da escola com práticas ambientais, aplicando esses conceitos no projeto de construção de uma nova horta (Fig. 11).

Figura 11: Aluno cuidando da nova horta da escola.



Fonte: Pesquisa “Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental”, 2023. Imagem retirada do portfólio do professor P(7).

A colaboração com outros docentes na criação de hortas horizontais utilizando recursos da composteira e do biodigestor para enriquecer o solo exemplifica uma prática pedagógica integrada e com a participação dos alunos. E sobretudo

revela a importância da participação coletiva dos docentes no aprimoramento do seu próprio conhecimento pedagógico e de conteúdo.

Segundo Hashweh (2003), participação dos alunos pode promover um engajamento e a construção de significados que favorecem a promoção de práticas sustentáveis e a integração do ensino com a realidade ambiental no currículo escolar de Ciências Naturais.

A escolha da construção da horta sobre telhas foi resultado do risco de plantar alimentos em solo contaminado da escola (Fig. 11). A escola já procurou a Secretaria do Meio Ambiente para obter uma análise do solo, mas não teve sucesso. As oficinas de solo alertaram para o problema de várias áreas contaminadas por resíduos industriais na periferia da cidade e do risco de a horta produzir alimentos prejudiciais à saúde. O alerta para os cuidados sanitários de implantação da horta escolar é um dos resultados positivos das oficinas.

P(7) demonstrou sensibilidade para inserir questões ambientais no currículo e utilizou o conhecimento pedagógico do conteúdo para adaptar suas práticas de ensino, promovendo reflexões críticas sobre o processo de ensino-aprendizagem do solo, constituindo um pilar fundamental para uma prática pedagógica dinâmica (Fernandez, 2015).

A participação dos alunos em projetos práticos, como a criação de hortas e o uso de recursos da composteira e do biodigestor, promoveu um engajamento significativo e a construção de significados, favorecendo práticas sustentáveis e a integração do ensino com a realidade ambiental no currículo escolar (Montenegro e Fernandez, 2017).

Assim, as ações de P(7) ilustram os pontos teóricos discutidos por Shulman, revelando a importância do conhecimento pedagógico e do conhecimento de conteúdo para adaptar práticas de ensino e atender às necessidades dos alunos e do contexto educacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa revela a importância de aprimorar as concepções dos professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental sobre o tema solo. Embora a formação inicial generalista desses profissionais contribua para algumas dificuldades, nosso estudo destaca como a formação continuada pode transformar essas abordagens. A pesquisa evidenciou que atividades práticas, como a observação do solo e a criação de hortas, são eficazes para a ampliação desse tema no currículo.

O estudo foi conduzido com o objetivo de investigar como a formação continuada de professores pode influenciar suas abordagens e concepções sobre o solo, promovendo uma integração desse tema no currículo escolar.

A pesquisa evidenciou que mudanças nas atividades práticas dos professores podem influenciar seu conhecimento pedagógico sobre o solo. As oficinas implementadas incluíram atividades práticas, como a observação do solo e a criação de hortas, e foram acompanhadas ao longo de um período específico. A escolha dos professores participantes e a estrutura das oficinas foram cuidadosamente planejadas para garantir a eficácia das intervenções.

Ao investigar como as atividades práticas podem influenciar o conhecimento pedagógico desses professores, observamos que mudanças ocorreram. Primeiramente, a tentativa de utilizar tecnologias tradicionais, como filmes do *YouTube*, mostrou-se ineficaz para o ensino sobre o solo, conforme evidenciado pela rejeição dos alunos a essa abordagem.

O estudo revela que quando os alunos passam a observar o chão, a terra e o piso, plantar e a acompanhar o crescimento deste ou observar as formigas carregando fragmentos no pátio, é mais eficiente do que o uso de tecnologia que desviou a atenção dos alunos das observações diretas e práticas da natureza, demonstrando ser menos efetiva.

O uso de atividades mais interativas e práticas, como a observação direta do solo, o plantio e a interação com a natureza, demonstraram ser muito mais interessantes. A análise revelou que as abordagens mais práticas e envolventes proporcionaram uma compreensão mais profunda e significativa do tema, comparadas às metodologias mais tradicionais e tecnológicas.

Além disso, o envolvimento dos professores na construção de uma horta e de um minhocário proporcionou uma experiência prática que não apenas engajou os alunos, mas também modificou o conhecimento pedagógico dos docentes envolvidos. Esses professores passaram a valorizar mais as atividades práticas e a perceber a importância de uma abordagem interdisciplinar e contextualizada do Ensino de Solo.

Os professores relataram uma maior capacidade de desenvolver atividades práticas e interdisciplinares, beneficiando diretamente cerca de 260 alunos. Mesmo enfrentando desafios, como a falta de recursos didáticos e a limitação de tempo nas Ciências da Natureza e Geografia, os resultados foram positivos. As oficinas incentivaram o protagonismo dos professores e promoveram uma maior conscientização ambiental e práticas sustentáveis.

A pesquisa também destaca a importância de um currículo que conecta conceitos e práticas de ensino. Atividades como compostagem e criação de hortas, quando vinculadas ao ensino do solo, melhoram a formação dos professores e a aprendizagem dos alunos. Além disso, as oficinas proporcionaram um espaço de troca e colaboração entre os docentes, fortalecendo a comunidade educativa e estimulando a construção coletiva do conhecimento. Permitiram, também, relacionar conceitos observáveis, como estrutura, textura e porosidade, à capacidade do solo de reter água. No entanto, a integração dessas novas abordagens nas práticas de ensino cotidiano ainda enfrenta muitos obstáculos e é preciso reforçar a formação continuada dos professores vinculado aos processos do solo e sua importância ambiental.

Atividades práticas com os alunos, como a criação de hortas e a compostagem, demonstraram ter um potencial se associadas ao Ensino de Solo. Trata-se de contribuição do currículo e para a formação de cidadãos críticos e engajados com questões ambientais.

Ao mesmo tempo, essas práticas comuns das escolas (horta e a preocupação com resíduos sólidos) sem claros vínculos com o ensino não ajudam na aprendizagem dos alunos. Os alunos, bem como seus professores, não avançam em termos cognitivos, emotivos ou comportamentais.

A pesquisa evidencia a falta de integração do Ensino de Solo com outras disciplinas escolares, o que compromete sua inclusão no currículo. Antes das oficinas, a maioria dos professores omitia o tema solo das aulas ou o abordava de forma fragmentada.

As oficinas estimularam o protagonismo dos professores, incentivando a inter-relação de temas do currículo e o solo, uso de aulas fora da sala com visitas a áreas verdes internas, contribuindo para a interdisciplinaridade do ensino.

A pesquisa traz as seguintes implicações:

1. Uma formação que leve a sensibilização por meio de experimentos, como o solo, oferece subsídios para ensinar conceitos complexos em sala de aula;
2. A integração do conceito de solo em atividades ambientais, como compostagem e horta, pode ser uma estratégia para melhorar a formação dos professores e a aprendizagem dos alunos;
3. Um currículo que conecta conceitos, ensino prático (experimentos em sala de aula e observações extramuros) pode ajudar os alunos a desenvolver uma compreensão dos temas estudados.

Além disso, as oficinas propiciaram um espaço de troca e colaboração entre os próprios professores, permitindo que compartilhassem experiências, dificuldades e estratégias de ensino. Essa interação foi fundamental para fortalecer a comunidade docente e estimular a construção coletiva do conhecimento novo em termos de conteúdo, bem como em termos pedagógicos.

Para avançar nesse contexto, é necessário incentivar a produção e o compartilhamento de materiais didáticos que abordem o solo de forma clara e acessível aos alunos, promovendo a interdisciplinaridade com outras áreas do conhecimento. Essas ações podem contribuir para a formação de professores e alunos mais conscientes e preocupados com a preservação do solo e do meio ambiente.

A observação dos alunos nas atividades relacionadas ao solo é um aspecto que merece atenção especial, pois pode fornecer dados indicativos importantes para a melhoria de materiais e metodologias relacionadas a esse tema.

Para aprofundar o conhecimento sobre o Ensino de Solo, recomenda-se explorar o impacto a longo prazo das oficinas sobre as práticas pedagógicas dos professores e a percepção dos alunos sobre essas atividades interdisciplinares. Investigações adicionais podem também focar em estratégias para superar os desafios institucionais e administrativos que limitam a implementação do Ensino de Solo no currículo escolar, como o desenvolvimento e compartilhamento de materiais didáticos adequados.

Os resultados sugerem que a integração do ensino do solo nas práticas pedagógicas pode ampliar o conhecimento pedagógico dos professores. É fundamental que as políticas educacionais considerem a inclusão do Ensino de Solo como um componente essencial no currículo escolar. A promoção de uma educação ambiental mais inclusiva e eficaz pode ser alcançada por meio da implementação de oficinas, recursos digitais adequados e atividades práticas.

O feedback dos professores a respeito das oficinas destacou a importância das atividades práticas e interativas para a aprendizagem. As oficinas proporcionaram um espaço valioso para troca de experiências e estratégias de ensino, fortalecendo a comunidade docente e estimulando a construção coletiva do conhecimento.

A pesquisa evidencia a necessidade de um currículo que conecte conceitos e práticas de ensino, ajudando os professores a desenvolver uma compreensão mais completa dos temas complexos. O Ensino de Solo, ao ser integrado de forma prática e interdisciplinar, contribui para a formação de cidadãos críticos e engajados com questões ambientais. A importância do solo, como um recurso natural finito e essencial para a biodiversidade, deve ser destacada e abordada de forma sustentável em todas as esferas educacionais.

A ampliação das discussões e a continuidade dos processos formativos, como os oferecidos pela UFPR, são fundamentais para o desenvolvimento de uma sociedade mais consciente e comprometida com a preservação do meio ambiente.

A jornada para uma integração mais efetiva do Ensino de Solo no currículo escolar é longa, mas os esforços para avançar nesse campo estão em andamento. Conforme disse o educador brasileiro Paulo Freire, “a educação muda as pessoas” e, com ela, podemos transformar a forma como interagimos com o solo e com o planeta.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE FILHO, Antonio Costa. O uso do portfólio na formação contínua do professor reflexivo pesquisador. 2011. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. DOI:10.11606/T.48.2011.tde-06122011-092544.
- BASTOS, S. B.; SANT'ANA, S. P.; LIMA, M. R. O solo na paisagem urbana: uma abordagem para professores da Educação Básica. 1. **Ed. Curitiba**: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2020. 70 p. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/70787>. Acesso em: 05 fev. 2023.
- BECKER, E. L. S. SOLO E ENSINO. **VIDYA**, Santa Maria (RS, Brasil), v. 25, n. 2, p. 8, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/396>. Acesso em: 17 jun. 2023.
- BEN-ZVI-ASSARF, Orit; ÓRION, Nir. A Study of Junior High Students' Perceptions of the Water Cycle. *Journal of Geoscience Education*, v. 53, n. 4, setembro, 2005, p. 366-373. Disponível em: < <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.5408/1089-9995-53.4.366>>. 2007. Acesso em: 18 jan. 2023.
- BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994. cap. 1 e 2, p. 48-52. Disponível em: <https://ria.ufrn.br/123456789/1119>. Acesso em: 18 jan. 2023.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e outras tecnologias: Ensino Médio. Brasília, MEC/SEF, 1997, 58 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2023.
- _____. Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Educação é a base. Brasília, DF: Ministério da Educação [MEC], 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso 12 dez. 2023.
- BRICCIA, V.; CARVALHO, AM. Competências e formação de docentes dos anos iniciais para a Educação Científica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 18, 1-22, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/jLzVDRVQsXL6VyDWfSLkTWr/?format=pdf>. . Acesso em: 27 nov. 2023.
- CARVALHO. A. M. P. Ensino de Ciências por investigação: condições para a implementação em sala de aula. Ana Maria Pessoa de Carvalho (org.). São Paulo: **Cengage Learning**, 2020.
- CARVALHO, A. M. P.; PEREZ, D. G. O saber e o saber fazer do professor. In. CARVALHO, Anna Pessoa (org.). Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental na média/ Amélia Domingues de Castro, Ana Maria Pessoa de Carvalho. (org.). São Paulo: **Cengage Learning**, 2018.
- CUNHA, J. E. da; ROCHA, A. S. da; TIZ, G. J.; MARTINS, V. M. Práticas pedagógicas para ensino sobre solos: aplicação à preservação ambiental. **Terrae Didatica**, Campinas, SP, v. 9, n. 2, p. 74–81, 2015. DOI: 10.20396/td. v9i2.8637395.
- COLEMAN, D. C. Soil biota, soil systems, and processes. **Encyclopedia of Biodiversity**, v. 5, p. 305-314, 2013. DOI:10.1016/B978-0-12-384719-5.00128-3.

CRESWELL, JW (2013). Steps in Conducting a Scholarly Mixed Methods Study. University of Nebraska – Lincoln. **DBER Speaker Series**. 48. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/dberspeakers/48/>. Acesso em 20 jun. 2024.

CRUZ, Geslie C. C. A conquista: ciências: 3^o ano fundamental: anos iniciais/ Geslie Coelho Carvalho da Cruz. 1^a ed. São Paulo: **FTD**, 2021.

DARLING-HAMMOND, Linda. A importância da formação docente. **Cadernos Cenpec | Nova série**, [S.l.], v. 4, n. 2, june 2014. ISSN 2237-9983. Disponível em: DOI:10.18676v4i2.303.

DELIZOICOV, Demétrio. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. Demétrio Delizoicov, José André Angotti, Marta Maria Pernambuco; colaboração Antônio Fernando Gouvêa da Silva. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, Demétrio; SLONGO, I. I. P. O ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental: elementos para uma reflexão sobre a prática pedagógica. **Revista Serie Estudos**, Campo Grande, MS, n. 32, p. 205-221, jul./dez. 2011. Disponível em: <file:///C:/Users/renat/Downloads/75-Texto%20do%20artigo-896-980-10-20130701.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2023.

DRIVER, Rosalind; ASOKO, Hilary; LEACH, John; MORTIMER, Eduardo; SCOTT, Philip Scott. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA: Construindo Conhecimento Científico**, N° 9, MAIO 1999 Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf>. Acesso em: 22 out. 2022

EYNG, Ana Maria. Currículo escolar. Curitiba: Ibpex, 2007. 178p.

FAZENDA, Ivani. O que é Interdisciplinaridade? Ivani Fazenda (org.) – 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

FERNANDEZ, Carmen. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de Ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.17, n.2, p. 500-528, 2015. DOI:10.1590/1983-21172015170211.

FORTUNATO, Ivan. Formação inicial e continuada de professores de ciências: o que se pesquisa no Brasil, Portugal e Espanha/ Antonio F. Cachapuz, Alexandre Shigunov Neto & Ivan Fortunato. (org.). São Paulo: **Edições Hipótese**, 2018. Disponível em: https://aiacts.web.ua.pt/?attachment_id=2530. Acesso em 22 out. 2022

GARCIA, J. A Interdisciplinaridade Segundo os PCNs. **Revista de Educação Pública**, [S. l.], v. 17, n. 35, p. 363–378, 2012. DOI: 10.29286/rep.v17i35.494.

GIBBS, Graham. **Análise de dados qualitativos** [recurso eletrônico] / Graham Gibbs; tradução Roberto Cataldo Costa; consultoria, supervisão e revisão técnica desta edição Lorí Viali. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Artmed, 2009. (Coleção Pesquisa qualitativa / coordenada por Uwe Flick). Acesso em: 18 jul. 2022.

GUARULHOS. Proposta Curricular: Quadro de Saberes Necessários. Secretaria Municipal de Educação. 2019. Disponível em: <https://portaleducacao.guarulhos.sp.gov.br/siseduc/portal/site/listar/categoria/8/> Acesso em: 12 set. 2021.

HARTEMINK, Alfred E. Soil: the living skin of planet Earth. Planetearth: 2007 Disponível em: https://www.academia.edu/22884380/Soil_Earths_living_skin. Acesso em: 17 jan. 2023

HASHWEH, M. Z. Teacher Accommodative Change. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, Volume 19, Edição 4, maio de 2003, páginas 421-434, 2003 DOI: 10.1016/S0742-051X%2803%2900026-X.

JOAO, Patricia; RODRIGUES, Ana V.; HENRIQUES, Maria Helena. Ensinar Ciências ao longo do Ensino Básico: Desenvolvimento Sustentável e atividades práticas sobre solos. **Relatos e investigação de práticas de ensino de Ciências e Tecnologias**: Atas do Encontro Internacional A Voz dos Professores de Ciências e Tecnologia (VPCT 2018), Editora: J, p. 688-691, 2018. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/60631/1/2018_VPCT2018_Rannyelly_Oliveira_et_al. Acesso em: 25 nov. 2023.

KIND, Vanessa; CHAN, Kennedy K.H. Resolving the amalgam: connecting pedagogical content knowledge, content knowledge and pedagogical knowledge. *International Journal of Science Education*, v.41, n.7, p.964-978, 2019. DOI: 10.1080/09500693.2019.1584931.

KNOPKI, Anna V. G. et al. Experimentos na Educação em Solos. / Anna Vitória Gurgel Knopki... [et al] (orgs.). - Curitiba: Marcelo Ricardo de Lima; Programa de Extensão Universitária Solo na Escola/UFPR, 2020. Disponível em: http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/experimentos_solos.pdf Acesso em: 18 jul. 2022.

LEE, H.; LIU, OL. Avaliando a progressão da aprendizagem de conceitos de energia nas séries do ensino médio: a perspectiva da integração do conhecimento. *Wiley Periodicals*, 94, 665-688, 2009. DOI:10.1002/sce.2038242-

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 456 p.

LIMA, M. R. O solo no ensino fundamental. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 3, p. 383-394, 2005 DOI: 10.20396/td.v16i0.8657202.

LIMA, J. da S.; CAMPOS, A. B. de. O conteúdo solo na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do ensino fundamental: uma análise crítica. **Terrae Didática**, Campinas, SP, v. 18, n. 00, p. e022025, 2022. DOI: 10.20396/tdv18i00.8668676.

LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. Classificação brasileira de solos. *In*: LIMA, V.C.; LIMA, M.R.; MELO, V.F. (ed.). *O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007. Acesso em: 18 jul. 2022.

LYBRAND, Rebecca A. Connecting soils to life in conservation planning, nutrient cycling, and planetary science, **Earth-Science Reviews**, Volume 237, 2023, 104247, ISSN 0012-8252, DOI: 10.1016/j.earscirev.2022.104247.

MACHADO, M. & URBANETZ, S. Contributions of the digital portfolio for the evaluative praxis in higher education. **Revista Complutense de Educación**. 31. 285-293, 2020. DOI: 10.5209/rced.63169.

MINAYO, M. C. de S. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciência & Saúde Coletiva**, 2012, 17(3), p. 621–626. DOI:10.1590/S1413-81232012000300007.

MONTENEGRO, Vanda Luiza dos Santos; FERNANDEZ, Carmen. Processo reflexivo e desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo numa intervenção formativa com professores de Química. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.17, n.1, p.251-2275, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-211720175170112%20>

MUGGLER, C. C.; PINTO S, F. DE A.; MACHADO, V. A. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 4, p. 733–740, jul. 2006. DOI:10.1590/S0100-06832006000400014.

OLIVEIRA, D. O conceito de solo sob o olhar de crianças do Ensino Fundamental em escolas de São Paulo. São Paulo: **Ciência e Natura**, 2014, 36, p. 210-214. ISSN: 0100-8307. DOI: 10.5902/2179460X13198.

ONU BR – NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL – ONU BR. A Agenda 2030. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 18 jan. 2022.

PAES, Rodrigo. Tipos de rochas e formação dos solos. *Youtube*, 13 mai. 2021. Disponível em: <https://youtu.be/ILtNMNBoGwY?feature=shared>. Acesso em: 20 jan. 2023.

PIMENTA, S. G.; FUSARI, J. C.; PEDROSO, C. C. A.; PINTO, U. A. Os cursos de licenciatura em pedagogia: fragilidades na formação inicial do professor polivalente. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 15-30, jan./mar. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-9702201701152815>.

POMBO, Olga. Práticas interdisciplinares. **Dossiê Complexidade: Sociologias**, Porto Alegre, ano: 8 nº15, p. 2008-249, jun. 2006. DOI: 10.1590/S1517-45222006000100008.

RODRIGUES, Alessandra. **Portfólio**: estratégia reflexiva na formação continuada das ciências naturais com foco nas geociências para professores polivalentes. 2019. 1 recurso online (258 p.) Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1637555>. Acesso em: 18 jan. 2024.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F.. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 5. ed., 356 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica na Prática: inovando a forma de ensinar Física. Lúcia Helena Sasseron, Vitor Machado de Souza; coordenação: Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira. 1 ed. São Paulo: **Editora Livraria de Física**, 2017 – (Série: Professor Inovador).

SMITH, Deborah C. Changing our teaching: the role of pedagogical content knowledge in elementary Science. In: GESS-NEWSOME, Julie; LEDERMAN, Norman G. (Ed.). Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education. Dordrecht: Kluwer, 1999. p.163-197. DOI: 10.1007/0-306-47217-1_7

SILVA, H. R.; IMBERNON, R. A. L. O solo como estratégia de integração e mudança social na educação formal (durante a pandemia). **Terrae Didactica**, Campinas, SP, v. 17, n. 00, p. e021042, 2021. DOI: 10.20396/td.v17i00.8667180.

SHULMAN, Lee S. The Knowledge of Teaching – Pedagogical Content Knowledge (PCK). **Havard Educational Review**, vol. 57, fev. 1987. Disponível em: [https://translance.net/upload/shulman1987_-_Copy_\(3\).pdf](https://translance.net/upload/shulman1987_-_Copy_(3).pdf). Acesso em 12 jun. 2024.

_____. Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. **Cadernos Cenpec | Nova série**, [S.l.], v. 4, n. 2, june 2005. ISSN 2237-9983. DOI:10.18676/cadernoscenpec.v4i2.293.

STAKE, Robert E. The art of case study research. Sage Publications, 1995. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=ApGdBx76b9kC&lpg=PR11&ots=KxHMm8Fkcq&dq=stake%201995&lr&hl=pt-BR&pg=PR11#v=onepage&q=stake%201995&f=false>. Acesso em: 24 fev. 2023.

THIESEN, Juares S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. *Rev. Bras. Educ.* 13 (39), dez, 2008. DOI:10.1590/S1413-24782008000300010. Acesso em 24 nov. 2023.

TRIVELATO, Silvia Frateschi; SILVA, Rosana L. F. Ensino de Ciências. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a Pesquisa Qualitativa em Educação Alves, NC (2013). – O Positivismo, A Fenomenologia, O Marxismo. DOI: DOI: 10.33081/FORMACAO.V1I20.2335

YOUNG, Michael. Para que servem as escolas? *Educação e Sociedade*, v.28, n.101, p.1287-1302, set./dez. 2007.

_____. O futuro da educação em uma sociedade do conhecimento: o argumento radical em defesa de um currículo centrado em disciplinas. *Revista Brasileira de Educação*, v.16, n.48, p.609-625, set.-dez. 2011. DOI: 10.1590/S1413-24782011000300005

VICENTE, Michele Cagnin; BERTHOLOTO, Danielli Monsores. O ensino de solos nos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma abordagem baseada em livros didáticos de Ciências após aprovação da Base Nacional Comum Curricular. *Revista Educação Pública*, v. 20, nº 39, 13 de outubro de 2020. DOI: 10-18264/REP

APÊNDICE

Apêndice 1: Questionário aplicado aos participantes

Questionário

Este questionário foi elaborado para identificar o que os professores/cursistas compreendem sobre o tópico solo e a partir da tabulação dos dados elaborar oficinas que contribuam para a inserção do tema solo nas aulas do ensino regular.

4. Escolha a alternativa que melhor corresponda a sua idade atual: *

Marcar apenas uma oval.

- Entre 22 a 30 anos
- Entre 30 a 40 anos
- Entre 41 a 50 anos
- Entre 51 a 60 anos
- Mais de 60 anos

5. Em se tratando da sua formação acadêmica escolha a alternativa que corresponda a sua maior titulação no momento: *

Marque todas que se aplicam.

- Magistério (Normal)
- Graduação (Pedagogia)
- Pós-Graduação (Especialização)
- Mestrado
- Doutorado

28/01/2024, 18:10

Proposta Formativa: Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensi

6. Pensando na continuidade da sua formação acadêmica escolha a alternativa * que corresponda a frequência em que participa de atividades formativas (cursos, oficinas, palestras e eventos) que contribuam para o aperfeiçoamento da sua prática pedagógica:

Marcar apenas uma oval.

- Frequentemente (pelo menos uma atividade a cada bimestre)
- Muitas vezes (pelo menos uma atividade a cada bimestre)
- Algumas vezes (pelo menos uma atividade a cada semestre)
- Poucas vezes (uma atividade anual)
- Nunca

7. Tempo de Magistério em anos: *

8. Magistério é sua atividade profissional principal? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

9. Atua em mais de uma rede de ensino? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

10. Em se tratando da sua jornada de trabalho escolha a alternativa que melhor corresponda: *

Marcar apenas uma oval.

- 25 horas semanais
- 30 horas semanais
- 38 horas semanais
- 40 horas semanais
- Superior a 40 horas semanais
- Outro: _____

11. A respeito dos objetos de conhecimento que envolvam conceitos de Geografia * e de Ciências, escolha a alternativa que melhor corresponda a quantidade de aulas que você destina a eles em seu planejamento semanal:

Marcar apenas uma oval.

- Frequentemente (pelo menos uma aula a cada dois dias)
- Muitas vezes (pelo menos uma aula por semana)
- Algumas vezes (pelo menos uma aula a cada duas semanas)
- Poucas vezes (esporadicamente ou uma aula a cada mês)
- Nunca
-

28/01/2024, 18:10

Proposta Formativa: Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensin...

12. Pensando em aulas que utilizam conhecimentos das áreas de Geografia e Ciências quais recursos pedagógicos estão disponíveis em sua escola e fazem parte do seu planejamento? (Pode-se assinalar mais de um item) *

Marque todas que se aplicam.

- Livro didático
- Laboratório da escola
- Mapas
- Jogos
- Recursos audiovisuais (Filmes, vídeos, músicas etc)
- Aula de campo (atividades fora da sala como parque, horta etc)
- Livros paradidáticos e/ou revistas voltados para os alunos
- Sites
- Textos de apoio (Textos de diversos gêneros)
- Tintas naturais (à base de folhas, sementes etc)

Conhecimento específico a respeito do solo

Nesta seção queremos saber o que você entende a respeito do solo para obtermos subsídios para oferecer uma formação adequada.

13. Em suas palavras escreva o que é solo?

14. Em suas palavras escreva como se forma o solo?

28/01/2024, 18:10

Proposta Formativa: Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensin...

15. Dos itens listados abaixo, quais você considera que interferem na formação e continuidade do solo? (Pode-se assinalar mais de um item) *

Marque todas que se aplicam.

- Vento
- Chuva
- Clima
- Erosão
- Impermeabilização (Asfalto, cimento etc)
- Água
- Matéria orgânica (restos de alimentos, folhas etc)
- Animais
- Construções humanas
- Relevo
- Intemperismo

16. Dos itens listados abaixo quais você considera que compõem o solo? (Pode-se assinalar mais de um item) *

Marque todas que se aplicam.

- Água
- Ar
- Matéria Orgânica
- Minerais (Areia, argila, silte, ferro etc)
- Organismos vivos
- Todas as anteriores

17. Há diferentes cores de solo. Em suas palavras escreva o que dá cor ao solo? *

28/01/2024, 18:10

Proposta Formativa: Terra, chão, piso... o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensin...

18. Pensando na importância do solo em nosso cotidiano, indique suas principais funções: *

19. Pensando nas áreas no entorno da escola, em dias de chuva, quando a água chega ao solo ela escoará rápido ou devagar? *

20. Elenque os principais temas que você trabalha quando ensina o objeto de conhecimento solo:

Obrigada pela atenção!

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

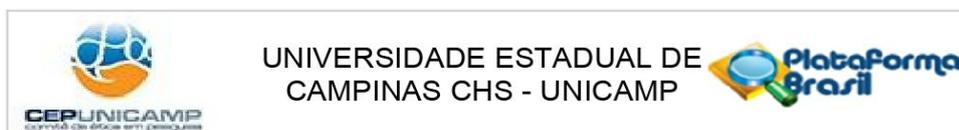
Apêndice 2: Quadro comparativo criado pelos participantes entre a BNCC (2018) e a Proposta Municipal (2019) a respeito do solo

Área: Ciências	
BNCC	Proposta Curricular
Objeto de Conhecimento: Usos do solo	Não há definição do objeto de conhecimento
(EF02CI08) Comparar o efeito da radiação solar (aquecimento e reflexão) em diferentes tipos de superfície (água, areia, solo, superfícies escura, clara e metálica etc.).	Comparar o efeito da radiação solar e outras fontes de energia (aquecimento e reflexão) em diferentes tipos de superfície (água, areia, solo, superfície escura, clara, metálica etc.) (usada com alunos do 3º aos 5º anos)
(EF03CI07) Identificar características da Terra (como seu formato esférico, a presença de água, solo etc.), com base na observação, manipulação e comparação de diferentes formas de representação do planeta (mapas, globos, fotografias etc.).	Reconhecer características da Terra (formato esférico, a presença de água, ar, solo etc.) (usada com alunos do 1º e 2º anos)
(EF03CI09) Comparar diferentes amostras de solo do entorno da escola com base em características como cor, textura, cheiro, tamanho das partículas, permeabilidade etc.	Explicar as causas e as consequências da poluição da água, do ar e do solo. (usada com alunos do 3º aos 5º anos)
(EF03CI10) Identificar os diferentes usos do solo (plantação e extração de materiais, dentre outras possibilidades), reconhecendo a importância do solo para a agricultura e para a vida.	Identificar os diferentes usos do solo (plantação, extração de minerais, moradias etc.), reconhecendo sua importância para a vida. (usada com alunos do 2º e 3º anos)
(EF05CI03) Selecionar argumentos que justifiquem a importância da cobertura vegetal para a manutenção do ciclo da água, a conservação dos solos, dos cursos de água e da qualidade do ar atmosférico.	Explicar as causas e as consequências da poluição da água, do ar e do solo. (usada com alunos do 3º aos 5º anos)

Área: Geografia	
Proposta Curricular	BNCC
	Objeto de estudo Os usos dos recursos naturais: solo e água no campo e na cidade
<p>Identificar procedimentos de conservação e manejo dos recursos naturais (uso do solo, consumo de água, energia etc.) com os quais interage</p> <p>(usada com alunos do 1º e 2º anos)</p>	<p>(EF02GE11) Reconhecer a importância do solo e da água para a vida, identificando seus diferentes usos (plantação e extração de materiais, entre outras possibilidades) e os impactos desses usos no cotidiano da cidade e do campo.</p>
<p>Reconhecer, por meio de diferentes estratégias de aprendizagem, procedimentos de conservação e manejo dos recursos naturais (uso do solo, consumo de água, energia etc.) com os quais interage.</p> <p>(usada com alunos do 2º e 3º anos)</p>	
<p>Comparar procedimentos de conservação e manejo dos recursos naturais (uso do solo, consumo de água, energia etc.) com os quais interage.</p> <p>(usada com alunos do 3º e 4º anos)</p>	
<p>Analisar autonomamente os procedimentos de conservação e manejo dos recursos naturais (uso do solo, consumo de água, energia etc.) com os quais interage, para sensibilizar os pares.</p> <p>(usada com alunos do 4º e 5º anos)</p>	

ANEXO

Anexo 1 – Parecer Consubstanciado do CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Terra, chão, piso...o ensino do solo na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental

Pesquisador: RENATA FERREIRA ALVES DIAS

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 67105723.0.0000.8142

Instituição Proponente: Instituto de Geociências

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.987.648

Investigador	Projeto.pdf	06/03/2023 09:17:00	RENATA FERREIRA ALVES DIAS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AtestadoMatricula.pdf	06/02/2023 15:46:43	RENATA FERREIRA ALVES DIAS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Assentimento_Diretora.pdf	04/02/2023 13:45:37	RENATA FERREIRA ALVES DIAS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMPINAS, 06 de Abril de 2023

Assinado por:
Sandra Fernandes Leite
(Coordenador(a))

Anexo 2 - Extrato da PCM

Remetendo à origem da escolha,

[...] a denominação **saberes** ao invés de **conteúdos**, porque este último termo está muito associado, na cultura escolar, a uma visão reducionista, que entende como conteúdo apenas o conceitual. Além disso, saber, por sua raiz latina, *sapere*, também se relaciona a saborear (associado à ideia de experimentar o saber, portanto, de algo prático e não só especulativo), a ter saber, ter cheiro (algo que atrai, mobiliza o sujeito) à sabedoria (do grego, *sophia* forma superior de conhecimento), conotações interessantes para pensarmos o currículo (VASCONCELLOS, 2008, p. 10).

Dessa forma, é preciso compreender que os saberes **significam junções de aprendizagens conceituais, atitudinais e procedimentais** (VASCONCELLOS, 2008; GUARULHOS, 2009). A apropriação dos saberes se constrói ao longo dos ciclos de formação, que devem também considerar o conjunto de saberes da experiência cotidiana dos educandos, seus tempos de vida, os jeitos de aprender e sua cultura local. A apropriação dos saberes pode se dar em tempos e ritmos diferenciados considerando as especificidades e necessidades dos sujeitos.

Atualmente, o Parecer CNE/CP nº 15/2017 destaca que:

[...] é usual, embora não consensual, referir-se aos conhecimentos, habilidades, atitudes e valores como saberes a serem adquiridos pelos estudantes da Educação Básica. A lei do PNE estabelece que esses saberes sejam explicitados e usa a expressão “direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento” para se referir ao seu conjunto [...] (BRASIL, 2017, p. 25).

Portanto, a legalidade do uso pedagógico do termo **saberes** está assegurada no processo de revisão da Proposta Curricular – QSN.

Para garantir maior visibilidade dos processos cognitivos (aprendizagem e desenvolvimento) dos educandos e da funcionalidade da tarefa docente, foram inseridos para a Educação Infantil e Ensino Fundamental quadros nos quais estão contemplados **saberes e aprendizagens**; neles, as aprendizagens estão localizadas abaixo dos saberes, se relacionam diretamente com sua construção e estão organizadas de acordo com a faixa etária e o ano. Para a EJA, os quadros estão organizados com saberes para o Ciclo I e o Ciclo II. Em todas as etapas e modalidades, os quadros indicam o aprofundamento e a complexidade a partir dos verbos e dos objetos de conhecimento. É preciso considerar