



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

GABRYELLA DAYANE MENEZES GALVÃO

EXPLORANDO OS HERÓIS DO SOLO:
CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM KIT DIDÁTICO PARA O ENSINO DE
BIOLOGIA DO SOLO NO CONTEXTO DO ENSINO BÁSICO

Recife

2025

GABRYELLA DAYANE MENEZES GALVÃO

EXPLORANDO OS HERÓIS DO SOLO:
CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM KIT DIDÁTICO PARA O ENSINO DE
BIOLOGIA DO SOLO NO CONTEXTO DO ENSINO BÁSICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas na Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito final para obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Giselle Gomes Monteiro Fracetto
Coorientadora: Cintia Caroline Gouveia da Silva

Recife
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecária Suely Manzi – CRB/4 - 809

G182e Galvão, Gabryella Dayane Menezes
Explorando os heróis do solo: construção e validação de um kit didático para o ensino de biologia do solo no contexto do ensino básico / Gabryella Dayane Menezes Galvão. – 2025.
80f. : il.

Orientador: Giselle Gomes Monteiro Fracetto.
Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife, BR-PE, 2025
Inclui bibliografia e apêndice(s).

1. Biologia – Estudo e ensino 2. Prática de ensino
3. Sustentabilidade 4. Educação ambiental I. Fracetto, Giselle Gomes Monteiro, orient. II. Título

CDD 574.07

GABRYELLA DAYANE MENEZES GALVÃO

**EXPLORANDO OS HERÓIS DO SOLO:
CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM KIT DIDÁTICO PARA O ENSINO DE
BIOLOGIA DO SOLO NO CONTEXTO DO ENSINO BÁSICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito final para obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 31/06/2025

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Giselle Gomes Monteiro Fracetto (Orientadora)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Mateus Rosas Ribeiro Filho
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dra. Clarissa Buarque Vieira
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dedico este trabalho ao meu querido amigo Davi e à minha amada companheirinha Fiona, que estiveram ao meu lado em momentos marcantes da vida. Suas presenças iluminaram meus dias e seus amores permanecem eternos em minha memória e coração. Gratidão por tudo o que fomos. Descansem em paz.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder sabedoria e discernimento ao longo das escolhas que fiz até aqui. Sei que nem todas foram acertadas, mas reconheço que cada uma, boa ou ruim, foi essencial para me trazer até este momento. Sou grata pelas portas que se abriram quando minhas esperanças já se esgotavam, pela dádiva da vida e por todas as pessoas que cruzaram meu caminho.

Aos meus pais, agradeço com todo o amor do mundo. Obrigada por estarem ao meu lado nos altos e baixos, sempre com apoio, consolo e, principalmente, com o amor incondicional. Cada conquista minha é de vocês também. Não há palavras ou gestos suficientes que expressem o quanto vocês são importantes para mim. Amo vocês imensamente, obrigada por serem os melhores pais do mundo.

Às minhas melhores amigas de fora da faculdade, Valquíria e Rackel, minha eterna gratidão por nossa amizade, que resiste ao tempo e às mudanças da vida. Sempre teremos uma tarde de filmes, comidas e fofocas para dar as melhores risadas e falar os maiores absurdos.

Às pessoas especiais que encontrei em 2025 — João, Amanda e Reynnan — agradeço por todos os momentos compartilhados, pelas risadas, vivências e, principalmente, por me acolherem nos dias esquisitos, quando as incertezas sobre o futuro pareciam me dominar. Cada um de vocês se tornou parte importante da minha trajetória.

Ao meu melhor amigo da vida, Diogo, deixo um agradecimento especial e repleto de carinho. Obrigada por estar ao meu lado todos os dias, por me suportar nos meus piores momentos e celebrar comigo os melhores. Ter você na graduação, na pós e na vida é uma dádiva.

Às amigas que ganhei ao entrar no laboratório — Gabi, Duda e Raysa — meu sincero obrigado por todas as risadas, almoços, frustrações compartilhadas, conversas despreziosas e momentos inesquecíveis. Vocês foram presentes lindos que a vida me deu e espero levá-las comigo para sempre.

Ao grupo de pesquisa GMIBS, minha gratidão por fazer parte de um espaço que vai muito além do trabalho em laboratório. Me orgulho imensamente de caminhar com vocês e de tudo que aprendi ao longo dessa jornada.

Por fim, mas com enorme importância, agradeço à Profa. Giselle, ao Prof. Felipe e à Cíntia. Obrigada por me acolherem, por acreditarem no meu potencial e por me guiarem com sabedoria e confiança. Muito do que sou como estudante, pesquisadora e pessoa, devo a

vocês. Levo comigo não apenas o conhecimento técnico, mas também o exemplo de dedicação, generosidade e profissionalismo.

A todos que, de alguma forma, passaram pela minha vida nesses últimos anos, o meu mais sincero agradecimento. Eu poderia escrever um livro apenas com os nomes de quem gostaria de citar aqui, pois acredito que cada pessoa deixa uma marca, ainda que por breves instantes.

Muito obrigada, de coração.

“O segredo da vida é o solo, porque do solo dependem as plantas, a água, o clima e a nossa vida. Tudo está interligado. Não existe ser humano sadio se o solo não for sadio”.

Ana Primavesi

RESUMO

O solo, apesar de toda a sua importância para o funcionamento dos ecossistemas, é um recurso extremamente negligenciado, principalmente no cenário educacional. Com a criação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), os solos passaram a receber maior atenção, uma vez que sua preservação e bom funcionamento influenciam diretamente pelo menos 12 das 17 metas estabelecidas. Os conteúdos relacionados ao solo apresentam grande potencial interdisciplinar, e sua abordagem sob a perspectiva da Biologia, associada aos preceitos da Educação Ambiental, surge como uma alternativa viável para a inserção desse tema no contexto escolar. Diante disso, este trabalho teve como objetivo desenvolver e validar um Kit didático que possibilite o ensino de Biologia do Solo no contexto do ensino básico. Para isso, foi realizada uma análise da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em busca das lacunas nos conteúdos de solos para as disciplinas de Ciências e Biologia para os anos finais do ensino fundamental e ensino médio. Posteriormente à análise do currículo e identificação das lacunas, foi produzido o Kit “Explorando os Heróis do Solo”, com a montagem de artefatos para a utilização de professores e alunos. Para a validação do Kit, 5 juízes especialistas na área de Biologia, Ciência do Solo e Educação foram convidados a avaliarem os materiais via formulário. Utilizou-se a escala de Likert (Concordo Totalmente – CT; Concordo – CO; Indiferente – IN; Discordo – DI; Discordo Totalmente – DT) para o cálculo do Índice de Validade do Conteúdo (IVC), considerado-se válido IVC= 0,80 ou 1,00. A análise curricular revelou negligência nos conteúdos de Solos e Biologia do Solo para os anos finais do ensino fundamental e ensino médio, com grande escassez do tema nas disciplinas de Ciências e Biologia. Com a identificação das lacunas, 7 artefatos pedagógicos foram produzidos, sendo 1 artefato para professores e 6 para aplicação em sala de aula. Os artefatos mesclam diferentes recursos e são acompanhados de sugestões de aplicação. A avaliação dos juízes se mostrou favorável à validação, e o IVC para os itens referentes a objetividade, relevância, aplicabilidade e inclusão ficou entre 0,80 e 1,00, indicando a necessidade de pequenas melhorias e a validação do Kit para a utilização em sala de aula. Como conclusão, foi possível observar que o currículo para a Educação Básica possui lacunas para os conteúdos de solos, sendo este visto apenas nas perspectivas da geografia e desconsiderando as possibilidades de abordagem interdisciplinar. Além disso, o trabalho reforça a importância de utilizar recursos educativos atrativos e diversos, de modo que sejam inclusivos e atendam a diferentes realidades educacionais. O Kit “Explorando os Heróis do Solo” tem potencial de aplicação e pode fortalecer o ensino de biologia do solo na educação básica, tornando o aprendizado significativo e chamando a atenção para as potencialidades inerentes ao ambiente edáfico. O uso de materiais interativos e interdisciplinares representa uma estratégia inovadora, que quebra com a educação conservadora e preza pela interatividade e processos de ensino-aprendizagem significativos, formando estudantes conscientes sobre sustentabilidade, valorização e preservação do solo.

Palavras-chave: Ambiente edáfico. Artefatos pedagógicos. Conteúdos Pedológicos. Educação Ambiental. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Despite its crucial importance to ecosystem functioning, soil remains a highly neglected resource, especially within educational settings. With the creation of the Sustainable Development Goals (SDGs), soils have received increased attention, since their preservation and proper functioning directly influence at least 12 of the 17 established goals. Soil-related content holds significant interdisciplinary potential, and its approach from a biological perspective, associated with the principles of Environmental Education, emerges as a viable alternative for incorporating this topic into the school context. In this regard, the objective of this study was to develop and validate a didactic kit that enables the teaching of soil biology within basic education. For this purpose, an analysis of the Brazilian National Common Curricular Base (BNCC) was carried out to identify gaps in soil-related content in the Science and Biology curricula for the final years of elementary school and high school. Following the curriculum analysis and the identification of content gaps, the kit entitled “*Exploring the Heroes of the Soil*” was developed, consisting of materials designed for use by both teachers and students. To validate the kit, five expert judges in the areas of Biology, Soil Science, and Education were invited to evaluate the materials through a questionnaire. The Likert scale (Strongly Agree – SA; Agree – A; Neutral – N; Disagree – D; Strongly Disagree – SD) was used, and the Content Validity Index (CVI) was calculated, with values of 0.80 or 1.00 considered valid. The curricular analysis revealed neglect of soil and soil biology content in the final years of elementary and high school, with a marked scarcity of this topic in Science and Biology subjects. Based on the identified gaps, seven pedagogical artifacts were produced—one intended for teachers and six for classroom application. The artifacts incorporate different educational resources, and they are accompanied by suggested usage strategies. The judges’ evaluation was favorable to the kit’s validation, and the CVI for items related to objectivity, relevance, applicability, and inclusion ranged from 0.80 to 1.00, indicating the need for minor improvements and confirming the kit's validity for classroom use. In conclusion, it was observed that the basic education curriculum contains significant gaps regarding soil-related content, which is typically addressed only from a geographical perspective, disregarding its interdisciplinary potential. Furthermore, the study reinforces the importance of using attractive and diverse educational resources that are inclusive and adaptable to different educational realities. The “*Exploring the Heroes of the Soil*” kit shows strong potential for implementation and may strengthen the teaching of soil biology in basic education, making learning more meaningful and drawing attention to the inherent potential of the edaphic environment. The use of interactive and interdisciplinary materials represents an innovative strategy that breaks with traditional education models and prioritizes interactivity and meaningful teaching-learning processes, forming students who are conscious of sustainability and the value and conservation of soil.

Keywords: Edaphic Environment. Pedagogical Tools. Pedological Content. Environmental Education. Sustainability.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1. O SOLO COMO FONTE DE BIODIVERSIDADE	14
2.2. O ENSINO DE BIOLOGIA DO SOLO COMO CAMINHO PARA A CONSERVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE	16
2.3 O CONTEXTO EDUCACIONAL E A NECESSIDADE DE ABORDAGENS ALTERNATIVAS DE ENSINO	18
3 OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GERAL	19
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	19
4 MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 AVALIAÇÃO DO CURRÍCULO DO ENSINO BÁSICO	20
4.2 PRODUÇÃO DO KIT DIDÁTICO	20
4.2.1 Produção do artefato para professores	21
4.2.2 Produção dos artefatos para alunos	21
4.2.2.1 Artefato 1: Questionário Diagnóstico	22
4.2.2.2 Artefato 2: Texto “O Solo é vivo?”	22
4.2.2.3 Artefato 3: Caça-Cruzadas do Solo	22
4.2.2.4 Artefato 4: Folder “Explorando os Heróis do Solo”	22
4.2.2.5 Artefato 5: Vídeo “Explorando so Heróis do Solo”	22
4.2.2.6 Artefato 6: Painéis interativos Solo-Planta-Atmosfera	23
4.3 VALIDAÇÃO DO KIT DIDÁTICO	23
4.4 ANÁLISE DE DADOS	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 ANÁLISE DO CURRÍCULO DO ENSINO BÁSICO	24
5.2 PRODUÇÃO DOS MATERIAIS E MONTAGEM DO KIT “EXPLORANDO OS HERÓIS DO SOLO”	26
5.2.1 Artefato para professores	26
5.2.2 Artefatos para alunos	29
5.2.2.1 Artefato 1: Questionário Diagnóstico	30
5.2.2.2 Artefato 2: Texto “O solo é vivo?”	31
5.2.2.3 Artefato 3: Caça-Cruzadas do Solo	33
5.2.2.4 Artefato 4: Folder “Explorando os heróis do solo”	34

	11
5.2.2.5 Artefato 5: Vídeo “Explorando os Heróis do Solo”	35
5.2.2.6 Artefato 6: Painéis interativos Solo-Planta-Atmosfera	36
5.3 VALIDAÇÃO DO KIT DIDÁTICO “EXPLORANDO OS HERÓIS DO SOLO”	37
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS	46
APÊNDICE A	53
APÊNDICE B	69
APÊNDICE C	80

1 INTRODUÇÃO

Os solos são fundamentais para a vida na Terra. Eles podem ser definidos como corpos naturais compostos por porções sólidas, líquidas, gasosas, bióticas e abióticas; dinâmicos e heterogêneos; resultantes de processos destrutivos e sintetizadores; que ocorrem na superfície terrestre e garantem o sucesso e a harmonia dos ecossistemas (Brady & Weil, 2009; Kampf; Curi, 2012; Cárceles Rodríguez et al., 2022).

Como um sistema complexo formado por várias partes, o solo possui uma relevância significativa na zona-crítica da Terra, que é a região de maior interação entre o solo, a atmosfera e os ambientes aquáticos (Banwart et al., 2019). Este ambiente desempenha funções vitais nos ecossistemas e nas atividades humanas a partir das interações entre os componentes desta zona-crítica (Goldhaber; Banwart, 2015).

Dentre as diversas funções que o solo desempenha, destacam-se: sustentar a vegetação e a diversidade de animais e microrganismos; ciclar nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio; trocar gases com a atmosfera; filtrar e transportar a água; estocar carbono e minimizar as mudanças climáticas; armazenar recursos para a biotecnologia; fornecer matéria prima e sustentar a infraestrutura humana; armazenar cultura e registros sobre os antepassados do planeta Terra, dentre várias outras funções (Blum, 2005; Banwart et al., 2019).

Apesar de sua importância nas dinâmicas terrestres, o solo não tem suas funções na vida humana e na conservação da biodiversidade bem reconhecidas, sendo constantemente desvalorizado (Brevik et al., 2020; Charzynski et al., 2022). Este ambiente é frequentemente negligenciado e afetado pelas ações antrópicas, e sua degradação está intimamente associada ao mal uso da terra e às visões deturpadas dos que veem o solo apenas como um substrato inerte, monótono e rico em doenças (Banwart et al., 2019; Charzynski et al., 2022).

Os olhares lançados aos efeitos do aquecimento global, inundações e poluição da água e do ar são muito bem conhecidos e difundidos na população, mas não tratam dos impactos no solo ou o incluem como uma esfera igualmente afetada por estes distúrbios, desconsiderando-o como um ambiente importante para o meio ambiente a população humana (Urbanska et al., 2022). Problemas como erosão, lixiviação, contaminação, degradação, perda do carbono orgânico e desequilíbrio de nutrientes do solo são frutos das ações degradantes que afetam este ambiente, sendo consideradas as principais ameaças às funções do solo em escala global (FAO; ITPS, 2015; Montanarella et al., 2016; Carre et al., 2017).

Arelado a isto, o solo é uma esfera que influencia direta e indiretamente no cumprimento do Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), participando de pelo

menos 12 das 17 metas para o milênio (Bouma, 2020; Kopittke et al., 2022; Evangelista et al., 2024). Enfoques maiores têm sido dados a este ambiente devido aos serviços ecossistêmicos que este fornece para a agricultura, conservação da água e biodiversidade, que são pontos importantes para se alcançar as metas do milênio (Bossio et al., 2017; Yin et al., 2022).

A conservação do solo é uma das principais ações que influenciam na erradicação fome (ODS 2), de modo que a sua saúde e fertilidade são indispensáveis para garantir a segurança alimentar da população; o cuidado com o uso consciente deste ambiente e as abordagens educacionais, que se fazem extremamente necessárias no atual contexto mundial, são fundamentais para o fortalecimento da educação (ODS 4); o cuidado com a saúde do solo e sua biodiversidade garantem a manutenção das ações envolvidas com o carbono, sendo muito importante para a ação contra a mudança climática global (ODS 13); o manejo sustentável deste ambiente contribui com a preservação dos ecossistemas terrestre (ODS 15), dentre várias outras metas que dependem deste ambiente (Erdogan et al., 2021; Lal et al., 2021; Charzynski et al., 2022).

Pensando na agenda global e nos impactos de seu cumprimento para a população mundial e para as gerações futuras, a segurança do solo começa a ganhar destaque e é perceptível a necessidade de uma maior difusão sobre a sua importância no meio ambiente e na sociedade (Keesstra *et al.*, 2018; Muggler et al., 2018; Montanarella; Panagos, 2021). É necessário sensibilizar a sociedade, individual e coletivamente, sobre o ambiente edáfico, de modo que as práticas de preservação da diversidade funcional, sustentabilidade e conservação sejam comuns (Lal, 2015).

As preocupações inerentes à temática ambiental atreladas ao desenvolvimento sustentável e às metas do milênio requerem estratégias de sensibilização e conscientização eficientes, e a educação vem como uma alternativa capaz de informar e modificar a sociedade (Travassos, 2006; Asano; Poletto, 2017; Reyes-Sanches, 2020). No entanto, apesar da importância dos solos, a compreensão do papel deles no suporte e sustentação da vida na terra ainda é limitado a comunidade acadêmica e pouco discutido entre a população (Brevik et al., 2020.)

No contexto educacional, os conteúdos de solos passam por falta de sensibilidade e não têm o seu devido valor, sendo tratados superficialmente, e resultando em alunos que percebem a pedosfera como menos importante ou complexa do que ela realmente é (Urbanska et al., 2022). Os temas referentes ao solo são tratados de forma conservadora e

descontextualizada, enfatizando apenas os aspectos de formação sem relacioná-lo com a dimensão ambiental (Lima, 2002).

Além dos problemas atrelados aos conteúdos, que são tratados superficialmente e de difícil linguagem, a formação dos professores demonstra ser um desafio. Os professores não reconhecem o solo como um sistema importante para o funcionamento dos ecossistemas, o que acarreta déficit no processo de ensino aprendizagem sobre o assunto (Lima et al., 2007). A falta de conhecimento específico sobre o assunto e metodologias de ensino de fácil aplicação apresentam-se como grandes empecilhos na abordagem de conteúdos pedológicos no contexto ambiental, resultando na fragmentação e descontextualização que acarretam o desinteresse tanto de professores quanto de alunos (Saldanha et al., 2017; Sobrinho et al., 2020).

O tema “Solos” apresenta-se com natureza multidisciplinar, podendo ser abordado em geologia, química, física, biologia e geografia (Espindola, 2018). No entanto, apesar das diversas possibilidades de abordagem, este conteúdo ganha espaço apenas na Geografia, que aborda os processos pedogenéticos que dão origem ao solo e sua organização na paisagem (Sobrinho et al., 2020). A partir disso, é perceptível a necessidade de se trabalhar este conteúdo em sala de aula, com a utilização de práticas pedagógicas que fujam do convencional e facilitem o processo de ensino-aprendizagem (Paniago, 2017).

A educação em solos no ensino básico pode sensibilizar sobre a importância deste ambiente e tornar de conhecimento popular como ele é essencial ao meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável, criando uma consciência pedológica e atentando para a sua conservação e proteção contra os diversos processos de degradação (Muggler et al., 2006; Charzynski et al., 2020; Sobrinho et al., 2020).

A sua abordagem, a partir de conceitos sustentáveis e enfoque na relação homem-natureza, na perspectiva da educação ambiental, pode ser uma estratégia importante para sistematizar o conhecimento sobre solos e incentivar sua conservação e manejo consciente (Muggler et al., 2006; Frasson; Werlang, 2010; Nunes et al., 2016). Essa perspectiva pode propiciar o conhecimento dos seus potenciais usos e limitações de modo que seja possível utilizá-lo de maneira adequada e conservacionista (Silva et al., 2018).

Pensando nas problemáticas atreladas ao solo e a sua biodiversidade, este trabalho surge com o intuito de explorar estratégias pedagógicas que possibilitem aos estudantes e professores do ensino básico compreenderem e refletirem criticamente sobre o papel do solo, sua diversidade biológica e os impactos que sua degradação podem gerar para o ecossistema

terrestre, conscientizando-os sobre este ambiente e seu papel no desenvolvimento de uma sociedade mais sustentável.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O SOLO COMO FONTE DE BIODIVERSIDADE

O solo é um sistema biológico dinâmico e heterogêneo que funciona como um dos ecossistemas mais diversos do planeta, onde ocorrem interações intimamente coordenadas entre os organismos (Berendsen et al., 2012; Jansson; Hofmockel, 2020). A heterogeneidade e dinamicidade do ambiente edáfico possibilitam uma grande biodiversidade, que trata de uma gama de táxons que podem ser encontrados neste ambiente com funções e relações ecológicas bem definidas (Vos et al., 2013; Sharma et al., 2024).

Dadas as características deste ambiente e a interação entre seus componentes, determina-se o solo como um ecossistema vivo e dinâmico que abriga uma gama diversificada de macrobiota e microrganismos, os quais são responsáveis por desempenhar diversas atividades no solo e garantir que este ambiente seja uma interface dominante na zona-crítica da Terra (Banwart et al., 2019; Chunfang et al., 2024; Rusdiyana et al., 2024).

O ambiente edáfico conta com os mais diversos grupos de organismos, os quais estão organizados de acordo com o tamanho (Morais et al., 2013). Na macrofauna, encontram-se organismos com mais de 2 mm, como minhocas, besouros, formigas, cupins, aranhas, centopeias, etc. (Gongalsky, 2021). A macrofauna edáfica possui funções diversas, como a atuação na ciclagem de nutrientes e sua distribuição no perfil do solo; interferem na decomposição de resíduos orgânicos; ajudam na aeração do solo; realizam controle biológico; interferem no armazenamento e distribuição de água no solo; e, principalmente, arquitetam o solo de modo que ele consiga se manter dinâmico nas suas relações (Sofa et al., 2020).

Nas camadas mais superficiais do solo encontra-se a mesofauna, que conta com organismos de até 2mm como ácaros e carrapatos, colêmbolos, proturos, dipluros, paurópodos, sínfilos, etc, que atuam no controle biológico e na incorporação da matéria orgânica (Berude et al., 2015). A mesofauna é responsável por diversas funções, como regular a comunidade de fungos e da microfauna, fragmentar detritos vegetais, promover a humificação, produzir pelotas fecais que ajudam nas características edáficas e, primordialmente, atuam na impregnação da matéria orgânica triturada em camadas mais profundas do solo (Arboláez et al., 2023). Na microfauna encontram-se organismos que vão até 100µm, como os rotíferos e nematoides de vida livre, que atuam na regulação biológica

de fungos e bactérias, alteram a ciclagem de nutrientes e podem afetar a estrutura do solo por meio de interações com a flora (Huang et al., 2024).

Na microbiota encontra-se a maior diversidade metabólica e genética, a maior quantidade de organismos (10^6 a 10^9 UFC. mL⁻¹), e o maior número de funções, onde arqueas, bactérias, fungos, algas e protozoários apresentam-se em maior destaque nas dinâmicas edáficas (Moreira; Siqueira, 2006). Na microbiota edáfica, eucariontes e procariontes dividem o espaço e as funções nas dinâmicas. Os fungos, arqueias e as bactérias do solo possuem grande expressividade em quantidade e funções desempenhadas. Os fungos, responsáveis por gerar a maior biomassa dentre os microrganismos edáficos (1000 a 15000 kg ha⁻¹) são muito diversos e importantes no ambiente edáfico, principalmente por degradar moléculas orgânicas complexas como a celulose; participando também da formação de húmus, manutenção de agregados, etc (Brady & Weil, 2009).

As bactérias, com a maior quantidade de células no solo (10^5 a 10^7 UFC/g de solo), são as mais expressivas e estudadas no ambiente edáfico, por terem grande potencial biotecnológico na produção de inoculantes, e atuarem como protagonistas na ciclagem de nutrientes, além de também atuarem na decomposição da matéria orgânica, estabilização de agregados e colonização de áreas degradadas (Coban et al, 2022). Por fim, as arqueas, presentes em diversos ambientes, realizam metanogênese, atuam na ciclagem de nitrogênio, oxidação do enxofre, degradação de xenobióticos e são fonte de genes para biotecnologia (Moreira; Siqueira, 2006; Brady; Weil, 2009).

Mudanças na estrutura da comunidade e a perda de algum desses grupos de organismos, seja da fauna ou da microbiota, compromete a funcionalidade do solo, influenciando em sua estabilidade e resiliência do ambiente (Jansson; Hofmockel, 2020). As interações que ocorrem entre a biota e o ambiente edáfico regulam muitas das funções que os solos desempenham e que afetam diretamente as camadas que dependem deste ambiente, como vegetais, animais, atividades humanas, a biosfera e suas dinâmicas.

Além de animais e microrganismos, o solo abriga grande parte da diversidade de plantas terrestres do planeta. A biota edáfica influencia diretamente na comunidade vegetal sustentada pelo solo, seja com influências positivas ou negativas, refletindo a diversidade de mecanismos desempenhados pelos organismos do solo (Wagg et al., 2011; 2014).

O solo possui papel central no crescimento e desenvolvimento vegetal, e é graças ao ambiente edáfico que há a produção da base da cadeia alimentar, onde a cobertura vegetal ganha força e permite o estabelecimento de relações ecológicas e a continuidade dos níveis

tróficos (Cain et al., 2017). Com a inserção das raízes no solo, as plantas adquirem sustentação física, aeração, água, regulação térmica, elementos nutrientes e proteção contra toxinas, todos providos pelas dinâmicas e características do ambiente edáfico (Brady; Weil, 2009).

As plantas e o ambiente edáfico estão intimamente relacionados e em sinergia: ao mesmo tempo em que o solo prover água, nutrientes, sustentação e relações benéficas para as plantas, as plantas protegem os solos de impactos da água, da temperatura, da erosão, dos ventos, da toxicidade de substâncias, da contaminação, e, principalmente, das ações antrópicas (Andreoli et al., 2014).

O conjunto de fauna, flora e microbiota existente no solo é ímpar e está intimamente relacionado e em sinergia. É no solo que se estabelecem as mais diversas relações ecológicas que garantem a dinamicidade e o equilíbrio deste ecossistema, possibilitando que o ambiente edáfico atue na zona-crítica como interface entre os outros ecossistemas.

2.2. O ENSINO DE BIOLOGIA DO SOLO COMO CAMINHO PARA A CONSERVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

O solo é frequentemente ignorado como sendo parte da paisagem, mesmo sendo desenvolvido por complexos processos ao longo de milhares de anos e estando facilmente passível a destruição (Charzynski et al., 2022). Bpa parte da população não se preocupa com o solo e não percebe que o funcionamento do meio ambiente (atmosfera, ambientes aquáticos e solo) é resultado da ação integrada de vários componentes, e que a intervenção em qualquer um destes pode causar desequilíbrios no todo (Muggler et al., 2006; MacEwan et al., 2017; Brevik et al., 2019).

Frequentemente as pessoas associam o solo a termos como lama, sujeira, impureza e desperdício, sem levar em consideração que é neste ambiente que os alimentos são produzidos (Brevik et al., 2022). É comum o pensamento de que o solo é apenas um meio para o crescimento de plantas, sem o aprofundamento nos aspectos biológicos e ecológicos que o tornam tão funcional para diversas atividades (Baveye et al., 2016).

É visível a necessidade de desenvolver estratégias de sensibilização em relação ao solo, de modo que haja o fortalecimento de uma consciência pedológica. A educação se mostra efetiva nesse processo, uma vez que oferece estratégias e oportunidades que construam e reconstruam conceitos, valores e condutas (Muggler et al., 2006; Charzynski et al., 2022).

Este ambiente é muito pouco explorado nos currículos escolares. As abordagens apenas na disciplina de geografia resultam na limitação da compreensão integrada sobre o solo e seu funcionamento (Vogel et al., 2018). Essa abordagem limitada apresenta-se como um empecilho na construção da criticidade por parte de estudantes, e a falta do contato com conteúdos pedológicos pode comprometer a consciência ambiental, a compreensão dos processos ecológicos locais e a percepção sobre a importância do solo no dia a dia, nas cadeias alimentares, na agricultura e na conservação ambiental.

Biologia, química e geografia são pontos-chaves para o estudo sobre solos, e as questões atuais de degradação ao qual este ambiente vem sendo submetido enfatizam ainda mais a necessidade das abordagens interdisciplinares (Brevik; Hartemink, 2010; Zhuang et al., 2015). Adotar abordagens sistêmicas facilitam as compreensões acerca dos solos e sua gestão (Turner, 2021).

A interdisciplinaridade, inerente a este conteúdo, possibilita entender sua formação e como seus fatores interagem entre si; como as relações ecológicas entre os componentes bióticos se estabelecem e garantem que o solo seja vivo e dinâmico; como este ambiente é habitat para seres com dimensões e funções variadas; e como todas as partes do solo interagem entre si, garantindo equilíbrio e funcionalidade em diversas funções (Falcão; Sobrinho, 2024). Inserir estas temáticas nos currículos escolares pode propiciar a formação de estudantes mais conscientes sobre o meio em que vivem (Lehmann; Kleber, 2015).

O ensino da biologia do solo está alinhado com os princípios da educação ambiental, onde há a sensibilização sobre o meio em que se vive de forma contextualizada e com enfoque na conservação. Iniciativas educacionais que abordam a biologia do solo, atrelada à educação ambiental, podem contribuir para o entendimento da necessidade de conservação do solo, pois apresentam como este ambiente é vivo e biodiverso (Poudel et al., 2005; Travassos, 2006; Lehmann; Kleber, 2015).

A adoção de políticas educacionais que incluam a biologia do solo nos currículos escolares pode contribuir para a formação de uma geração mais preparada para lidar com os desafios ambientais globais. A implementação de atividades interativas e experimentais pode despertar o interesse dos estudantes pelo tema e incentivar sua participação ativa na conscientização da sociedade (Poudel et al., 2005; Bassoli, 2014).

Esferas como ensino superior, governo e instituições públicas e científicas são essenciais no processo de introdução dos conteúdos de solos nos currículos do ensino básico, visando a formação de estudantes conscientes e críticos sobre a conservação e

sustentabilidade deste ambiente para as gerações atuais e futuras (Margenot et al., 2016; Brevik et al., 2022).

2.3 O CONTEXTO EDUCACIONAL E A NECESSIDADE DE ABORDAGENS ALTERNATIVAS DE ENSINO

O contexto educacional brasileiro é caracterizado por sua heterogeneidade, reunindo alunos com diferentes níveis de compreensão, ritmos de aprendizagem e conhecimentos prévios. Atrelado a isto, um dos maiores desafios à inserção efetiva de determinados conteúdos, como o de solos, é a formação dos professores, a qual não é aprofundada ou valorizada, o que compromete a qualidade do ensino, tornando os conteúdos pouco atrativos e desconectados da realidade dos alunos (Falcão; Sobrinho, 2024).

Conteúdos como microbiologia do solo, por exemplo, quando abordados, são tratados de forma tradicional e expositiva, dificultando o aprendizado e diminuindo o interesse do discente. Essa abordagem gera visões reducionistas sobre a complexidade dos solos e suas funções ecológicas (Souza; Nascimento Junior, 2005; Bôas et al., 2018; Silva; Gouw, 2021).

As Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNEB) incentivam práticas educativas que rompam com a transmissão vertical do conhecimento e promovam a investigação, a pesquisa e o pensamento crítico tornando o professor um facilitador da aprendizagem (Mata et al., 2021). A pesquisa deve estar no centro do processo de ensino-aprendizagem, despertando a curiosidade e promovendo a reflexão sobre questões relevantes do cotidiano (BRASIL, 2013).

Trabalhar solos sob a perspectiva da biologia e da educação ambiental pode contribuir com a alfabetização científica, de modo que os alunos entendam processos científicos fundamentais que estão relacionados com o solo e afetam diretamente a sua vida. A alfabetização científica possibilita a aprendizagem de conceitos científicos e a aplicabilidade no dia a dia, incentivando o pensamento crítico e a tomada de decisões (Sasseron; Carvalho, 2008).

Essas problemáticas exigem a adoção de recursos didáticos variados e flexíveis, capazes de se adaptar aos diferentes contextos, sem perder seus objetivos pedagógicos. Além disso, esses recursos devem ser capazes de instigar a participação dos estudantes, despertar a curiosidade e a pesquisa, proporcionando novas experiências de aprendizagem e realizando a alfabetização científica (Paniago, 2017; Sobrinho et al., 2020).

Produtos e artefatos educacionais surgem como alternativas potentes para ampliar a discussão sobre questões ambientais no ensino básico. Esses materiais podem ser concebidos

de forma criativa, adaptável e contextualizada, permitindo uma abordagem mais significativa e inclusiva dos temas (Felicio et al., 2021).

Diversas estratégias pedagógicas podem ser utilizadas para tornar o ensino da biologia do solo mais envolvente. O uso de vídeos, jogos, áudios, ilustrações, materiais manipuláveis e experimentações são exemplos de recursos que permitem aos estudantes compreender conceitos abstratos de forma mais concreta e integrada (Galembeck et al., 2004).

Essas metodologias favorecem o aprendizado ativo, o desenvolvimento da autonomia e a construção de conhecimentos significativos sobre o solo e suas relações com o meio ambiente e a sociedade. Abordagens interativas e contextualizadas promovem maior interesse e engajamento dos alunos, ampliando sua consciência ecológica e sua compreensão sobre a necessidade de conservar os recursos naturais.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um Kit Didático com artefatos para professores e alunos que facilite o ensino de Biologia do Solo no contexto da Educação Básica, buscando ampliar o aprendizado acerca do solo e da biodiversidade sustentada por este ambiente.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

1. Avaliar o currículo do ensino básico e identificar as lacunas sobre os conteúdos relacionados ao solo e a biologia do solo;
2. produzir um artefato que contribua com o preparo e formação dos professores para o ensino da biologia do solo em turmas do ensino básico;
3. confeccionar artefatos didáticos que possam ser utilizados por professores em sala de aula como estratégia de ensino de biologia do solo em turmas do ensino básico;
4. montar um kit didático com os artefatos produzidos para professores e alunos,
5. avaliar e validar o kit didático de modo que este possa ser utilizado em espaços educativos para o ensino de biologia do solo no contexto do ensino básico.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido com metodologia quali-quantitativa, em que foram identificadas lacunas no currículo do ensino básico acerca da biologia do solo, e foi produzido e validado um Kit Didático com artefatos para professores e alunos que versam sobre a biologia do solo (Minayo, 1994; Kohori, 2015; Lima; Campos, 2022).

4.1 AVALIAÇÃO DO CURRÍCULO DO ENSINO BÁSICO

Avaliou-se a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para os Anos Finais do Ensino Fundamental II, e Ensino Médio. As identificações das lacunas foram feitas a partir da análise crítica dos conteúdos abordados em Biologia e Ciências para ambas as turmas avaliadas.

4.2 PRODUÇÃO DO KIT DIDÁTICO

O Kit Didático intitulado de “Explorando os Heróis do Solo” foi construído com 2 partes, o artefato para professores e os artefatos para alunos, os quais foram confeccionados e organizados com base nas lacunas identificadas no currículo para o ensino de temas envolvendo Solos e Biologia do Solo nas disciplinas de ciências e biologia. O Kit foi construído e pensado para a utilização em turmas do Ensino Básico, a destacar os anos finais do Ensino Fundamental II e Ensino Médio, e recomenda-se a aplicação em 2 aulas de 50 minutos. Foram utilizados diferentes softwares e métodos de construção, como descrito no quadro abaixo:

Quadro 1 – Materiais e Recursos utilizados para a construção do Kit “Explorando os Heróis do Solo”.

Material	Recursos utilizados
Artefato para Professores	Canva
Artefato 1	Kahoot
Artefato 2	Canva
Artefato 3	Geniol e Puzzel
Artefato 4	Canva
Artefato 5	TikTok e Capcut
Artefato 6	EVA, painéis de plástico

Fonte: A autora, 2025.

4.2.1 Produção do Artefato para Professores

O material para professores foi desenvolvido no software *Canva*, em que se utilizou textos, imagens, figurinhas, dentre vários outros elementos para trazer uma estética atrativa ao material. O documento, disponibilizado para professores no formato de link, pdf ou material impresso, foi dividido em seções com uma ordem que permite a conexão do conteúdo.

No material para professores, foi feita uma apresentação do Kit “Explorando os Heróis do Solo”, e foram abordadas a importância de se ensinar biologia do solo, as lacunas referentes a este conteúdo no ensino básico, breves descrições sobre os artefatos e atividades destinadas aos alunos, e questões sobre o solo, como o seu conceito, funções, importância no ecossistema e sua biota associada, estando os conteúdos abordados neste material relacionados com os conteúdos expostos nos materiais para alunos. Além da montagem do material com textos e imagens, há também uma seção com referências atuais que podem ser utilizadas como aporte teórico e aprofundamento para os professores. Todo o material foi construído com base em referências atuais e consistentes, muito utilizadas na atualidade em artigos científicos.

Quanto aos objetivos, o material para professores tem o intuito de servir com aporte teórico e formação complementar, com uma abordagem mais direta, linguagem adequada a licenciandos e referências de fácil acesso.

4.2.2 Produção dos Artefatos para Alunos

Seis (6) artefatos foram construídos para compor o Kit “Explorando os Heróis do Solo” a serem aplicados em turmas do ensino básico, preferencialmente nos anos finais do Ensino Fundamental II e Ensino Médio. Os artefatos foram construídos, em sua maioria, digitalmente, mas possuem sugestões de adaptação para turmas com limitações tecnológicas.

Os artefatos foram construídos e organizados de maneira lógica, com uma sequência de aplicação definida visando o melhor aproveitamento do tempo e dos tópicos abordados. O Kit completo foi montado e pensado para ser aplicado em 2 aulas de 50 minutos, mas pode ser adaptado de acordo com o cronograma dos professores utilizadores. O Kit pode ser aplicado em subgrupos de alunos, em ambientes externos à sala de aula, ou da forma como o professor condutor achar mais adequado.

Quanto aos objetivos dos artefatos para alunos, estes foram construídos visando o desenvolvimento do pensamento crítico sobre o solo, sua importância para o ecossistema e

suas funções, e para tomar ciência da vida que existe neste ambiente e atentar para a sua conservação e preservação, com uma visão da Educação Ambiental.

4.2.2.1 Artefato 1: Questionário Diagnóstico

O questionário diagnóstico foi feito via Kahoot e tem como objetivo identificar o conhecimento prévio dos alunos acerca do solo. Foram feitas 10 perguntas de múltipla escolha sobre pontos-chaves que englobam o solo, como o conceito, componentes que o formam, funções e sua importância para a humanidade.

O questionário foi montado com 30 segundos para cada questão, e pode ser aplicado de forma remota ou pode ser adaptado e aplicado em sala de aula, por transmissão em TV ou projetor, impressão, resposta individual ou em grupo.

4.2.2.2 Artefato 2: Texto “O Solo é vivo?”

O texto “O solo é vivo?” foi escrito e idealizado para introduzir a temática de solos, versando sobre o conceito, formação, principais características edáficas e funções do solo no meio ambiente. O texto possui imagens e foi completamente construído a partir da leitura de artigos recentes e relevantes sobre a temática que estão disponíveis no *Google Scholar*. Além do texto, há também um glossário como material complementar que pode auxiliar na conceituação de termos de difícil entendimento por parte dos alunos do ensino básico.

4.2.2.3 Artefato 3: Caça-Cruzadas do Solo

Visando a fixação do conteúdo inicial abordado através do texto, criaram-se um caça-palavras e palavras-cruzadas com perguntas relacionadas ao texto e que devem ser respondidas nas atividades. Ambos foram construídos em softwares *on-line*: o caça-palavras no *Geniol*; e as palavras cruzadas no *Puzzel*.

4.2.2.4 Artefato 4: Folder “Explorando os Heróis do Solo”

O folder “Explorando os Heróis do Solo” foi feito no *Canva* e tem como objetivo apresentar a Biota edáfica e suas funções no solo. Adicionou-se imagens e pequenos textos para ficar atrativo visualmente e chamar a atenção dos alunos para a biodiversidade existente no solo. Este artefato pode ser impresso ou transmitido em TV ou projetor, a depender da realidade de cada turma e instituição.

4.2.2.5 Artefato 5: Vídeo “Explorando os Heróis do Solo”

O vídeo “Explorando os Heróis do Solo” foi gravado como atividade para a disciplina “Projeto Temático Integrador 5”, sendo adicionado a este kit por ser um material muito

completo e rico em informações e contextualizado. O vídeo foi realizado em conjunto com Ana Beltrão, Diogo Gomes e Israel Lima, e foi editado e publicado via *Capcut* e *TikTok*. O vídeo tem o objetivo de dar foco na microbiota do solo, explicando com linguagem acessível as funções dos microrganismos do solo para o meio ambiente.

4.2.2.6 Artefato 6: Painéis interativos Solo-Planta-Atmosfera

Os painéis interativos “Solo-Planta-Atmosfera” também foram produzidos como fruto da disciplina “Projeto temático Integrador 5”, em conjunto com os mesmos integrantes do grupo. Para a produção, utilizou-se painéis de PVC e os elementos removíveis e interativos, como plantas e gases, foram feitos com EVA e velcro, possibilitando a durabilidade e interatividade do material. Os painéis foram adicionados ao Kit com o objetivo de sistematizar o conteúdo que foi visto ao longo dos outros artefatos, sendo possível observar as interações e dinamicidade entre o solo, a vida (representado por plantas e organismos do solo) e a atmosfera.

4.3 VALIDAÇÃO DO KIT DIDÁTICO

O Kit didático desenvolvido passou por avaliação de 5 juízes, os quais eram todos licenciados em Biologia; 4 Professores, sendo 3 professores da educação básica e 1 professor do ensino superior; 2 Doutores, sendo 1 em Ciência do Solo, e 1 em Microbiologia Agrícola.

Os juízes realizaram a avaliação do Kit didático a partir do preenchimento de um formulário via *Google Forms*. Os materiais foram todos disponibilizados via *e-mail*, a partir de links de acessos, e os juízes responderam a 6 perguntas que versavam sobre os objetivos e qualidade dos materiais produzidos, bem como uma sétima questão que tratava sobre críticas e sugestões para a melhoria e validação do Kit.

O Kit didático elaborado foi avaliado quanto aos seus objetivos, estrutura, riqueza em detalhes e informações, e relevância e aplicabilidade no ensino básico. O questionário foi estruturado com base na escala Likert com 5 níveis de avaliação: Concordo Totalmente (CT), Concordo (CO), Indiferente (IN), Discordo (DI) e Discordo Totalmente (DT) (Silva et al., 2024).

4.4 ANÁLISE DE DADOS

As respostas obtidas no formulário foram analisadas utilizando abordagem quantitativa com utilização do Índice de Validade de Conteúdo (IVC) (Souza et al., 2017). O

método mede a proporção ou porcentagem de juízes que apresentam concordância sobre os atributos de um instrumento e seus itens.

Neste trabalho, a escala de Likert possuiu pontuação de 1 a 5; na escala Discordo Totalmente equivalente a 1 e Concordo Totalmente equivalente a 5, e demais níveis de proporcionalidade. O cálculo do IVC de cada item avaliado do Kit foi feito pela soma das respostas dos especialistas com pontuação de 4 e 5, e divisão do resultado da soma pelo número total de respostas. O índice de concordância aceitável para validação é de no mínimo 0,80 e de preferência maior que 0,90, segundo métodos utilizados por Silva et al. (2024a).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DO CURRÍCULO DO ENSINO BÁSICO

A partir da leitura e análise da BNCC, foi possível identificar carência nos conteúdos relacionados a solos e na forma como são apresentados e discutidos, sendo mencionado de forma indireta ou diluído em outros temas como ciclos biogeoquímicos, sustentabilidade, uso dos recursos naturais e ecossistemas sem aprofundar ou tratar este ambiente com a sua devida importância.

O conteúdo de solos está presente na BNCC nas duas fases do ensino fundamental e ensino médio, sendo abordado com maior ênfase no contexto das ciências naturais e humanas. Apesar de ser um tema que dialoga com diversas áreas do conhecimento, como Biologia, Química, Física, História e Geografia, o conteúdo de solos ainda é tratado majoritariamente sob uma perspectiva geográfica, sem valorização da sua potencialidade interdisciplinar.

De acordo com a BNCC, há um destaque no estudo de solo nos anos finais do ensino fundamental visando o desenvolvimento de uma visão sistêmica do planeta com base em princípios de sustentabilidade ambiental (Brasil, 2018). No entanto, é possível observar que os conteúdos relacionados a solos são vistos na disciplina de ciências apenas no 7º Ano, as demais abordagens para as outras séries do ensino fundamental II são feitas na perspectiva da Geografia (Figura 1).

Figura 1: Conteúdo de solos inserido na disciplina de ciências para turmas de 7ºano do Ensino Fundamental II.

<p>Vida e evolução</p>	<p>Diversidade de ecossistemas Fenômenos naturais e impactos ambientais Programas e indicadores de saúde pública</p>	<p>(EF07CI07) Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à temperatura etc., correlacionando essas características à flora e fauna específicas. (EF07CI08) Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc. (EF07CI09) Interpretar as condições de saúde da comunidade, cidade ou estado, com base na análise e comparação de indicadores de saúde (como taxa de mortalidade infantil, cobertura de saneamento básico e incidência de doenças de veiculação hídrica, atmosférica entre outras) e dos resultados de políticas públicas destinadas à saúde. (EF07CI10) Argumentar sobre a importância da vacinação para a saúde pública, com base em informações sobre a maneira como a vacina atua no organismo e o papel histórico da vacinação para a manutenção da saúde individual e coletiva e para a erradicação de doenças. (EF07CI11) Analisar historicamente o uso da tecnologia, incluindo a digital, nas diferentes dimensões da vida humana, considerando indicadores ambientais e de qualidade de vida.</p>
------------------------	--	---

Fonte: Brasil, 2018.

No ensino médio, os conteúdos de solos são mencionados apenas 1 única vez na disciplina de Geografia do 2º Ano. A BNCC para o Ensino Médio é organizada por unidades temáticas visando uma abordagem interdisciplinar e investigativa, e os conteúdos relacionados ao Solo são marginalizados.

Além dessa diluição nos conteúdos, há a ausência de abordagem específica sobre Biologia do Solo, não mencionando a vida que existe no ambiente edáfico nem explorando-o como habitat e sistema vivo, o que acaba reforçando a visão reducionista do solo (Falcão; Sobrinho, 2024). O solo é tratado com um viés físico-químico, não apresentando sua importância como um ecossistema vivo e habitat para a diversidade de organismos que vivem no planeta (FAO, 2022).

Mota et al. (2021) observaram que o estudo de conteúdos edáficos na educação básica possui uma abordagem incipiente, instrumentalizada, estática e tradicional, prejudicando a aprendizagem significativa por parte dos alunos, que não veem este ambiente como parte integrante do seu dia a dia. Tratar sobre o solo é extremamente importante no contexto em que os solos brasileiros, e acima de todos os de regiões semiáridas, se encontram, sendo importante tratar de tópicos como desertificação, erosão e conservação do solo frente às mudanças ambientais.

Para a promoção de um aprendizado ativo, investigativo e significativo em Biologia do Solo, é importante que os conteúdos sejam apresentados de forma clara e contextualizados, principalmente por se tratar de um assunto pouco ou nunca discutido em sala de aula. É urgente a integração deste conteúdo nos currículos escolares, não apenas como conteúdo complementar e diluído em outros temas, mas como um eixo transversal que possa ser visto de diferentes perspectivas.

5.2 PRODUÇÃO DOS MATERIAIS E MONTAGEM DO KIT “EXPLORANDO OS HERÓIS DO SOLO”

5.2.1 Artefato para professores

O artefato para professores foi produzido com o objetivo de servir como aporte teórico sobre aspectos básicos que circundam o solo e a sua biologia (Figura 2). O material traz o conceito de solo, o solo como ambiente vivo, as principais características que o compõem, suas funções e importâncias para os ecossistemas e a biota que nele vive (Apêndice A).

Figura 2. Capa e apresentação do Artefato para Professores que compõem o Kit “Explorando os Heróis do Solo”.



Fonte: A autora, 2025.

Além do conteúdo teórico, o material apresenta um breve resumo sobre as lacunas curriculares e a importância de se ensinar sobre este ambiente, visando enfatizar, para os professores, as necessidades de se abordar estes conteúdos no ensino básico (Figura 3).

Figura 3. Informações complementares adicionadas ao artefato para professores do Kit “Explorando os Heróis do Solo”.



Fonte: A autora, 2025.

Posteriormente, houve a adição de resumos sobre os artefatos para alunos, destacando os objetivos pedagógicos de cada material, a forma de aplicação e a ordem que devem ser aplicados (Figura 4).

Figura 4. Resumo dos artefatos para alunos adicionados ao material para professores no Kit “Explorando os Heróis do Solo”.

KIT “EXPLORANDO OS HERÓIS DO SOLO”

O Kit “Explorando os Heróis do Solo” conta com 6 artefatos que possibilitam uma abordagem contextualizada, lúdica e sistêmica sobre o Solo, suas funções e os organismos que o habitam.

ARTEFATO 1

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Objetivo: Identificar o que os estudantes entendem sobre o solo e suas funções no meio ambiente a partir de questionário no Kahoot

Aplicação: O questionário pode ser aplicado de forma remota, por compartilhamento do link em grupos de alunos, ou pode ser transmitido em projetor ou TV para ser dialogado em sala de aula.

ARTEFATO 2

TEXTO “O SOLO É VIVO?”

Objetivo: Apresentar o conceito de solo, seus principais componentes, suas funções no ecossistema e como ele é definido como um sistema vivo.

Aplicação: O texto deve ser aplicado em sala de aula, com leitura coletiva, e os alunos devem destacar os pontos que acharem mais relevantes.

ARTEFATO 3

CAÇA-CRUZADAS DO SOLO

Objetivo: Reforçar os conteúdos abordados no texto “O solo é vivo?” por meio de caça-palavras e palavras cruzadas.

Aplicação: Os materiais devem ser impressos e respondidos em grupos, ou apresentado em TV ou projetor para ser respondido coletivamente.

KIT “EXPLORANDO OS HERÓIS DO SOLO”

ARTEFATO 4

FOLDER “O SOLO COMO HABITAT”

Objetivo: Apresentar os organismos que vivem no solo, suas funções e as relações ecológicas encontradas neste ambiente.

Aplicação: O Folder pode ser impresso ou transmitido em TV ou projetor de acordo com as possibilidades da instituição. Os alunos devem destacar as classificações da biota do solo e suas principais funções.

ARTEFATO 5

VÍDEO “EXPLORANDO OS HERÓIS DO SOLO”

Objetivo: Explorar a microbiota do solo e algumas de suas principais funções no ecossistema a partir de um vídeo produzido para a rede social “Tik Tok”.

Aplicação: O vídeo pode ser compartilhado em grupos de redes sociais de alunos ou transmitido em projetor ou TV em sala de aula.

ARTEFATO 6

PAINÉIS INTERATIVOS “SOLO-PLANTA-ATMOSFERA”

Objetivo: Retomar os conteúdos vistos nos outros artefatos de forma sistêmica e interativa.

Aplicação: Os painéis devem ser dispostos em branco, apenas com as plantas já inseridas, para que os alunos insiram elementos da atmosfera e do solo de acordo com as características de cada planta disposta. Nesta etapa, conceitos sobre ciclos biogeoquímicos, ações antrópicas e mudanças ambientais devem ser abordados com enfoque nas influências sob o ambiente edáfico e suas dinâmicas.

Fonte: A autora, 2025.

Professores relatam que uma das áreas com mais problemáticas e dificuldades de inserção é acerca dos Solos e Biosfera (Urbanska et al., 2021). A dificuldade em se trabalhar solos não está relacionada apenas à falta de visibilidade deste conteúdo nos currículos, mas também à falta de formação adequada dos profissionais da educação, que veem este tema como complexo e de difícil abordagem (Falconi, 2004; Urbanska et al., 2021).

Uma formação docente de qualidade, aliada a um bom planejamento pedagógico, é fundamental para um ensino significativo e sensível sobre o solo e sua conservação. O artefato para professores foi elaborado mediante as lacunas identificadas na análise curricular, tratando das motivações para se ensinar sobre este tema e o aporte teórico necessário, podendo ser eficiente em superar a formação pedagógica deficiente (Falconi, 2004).

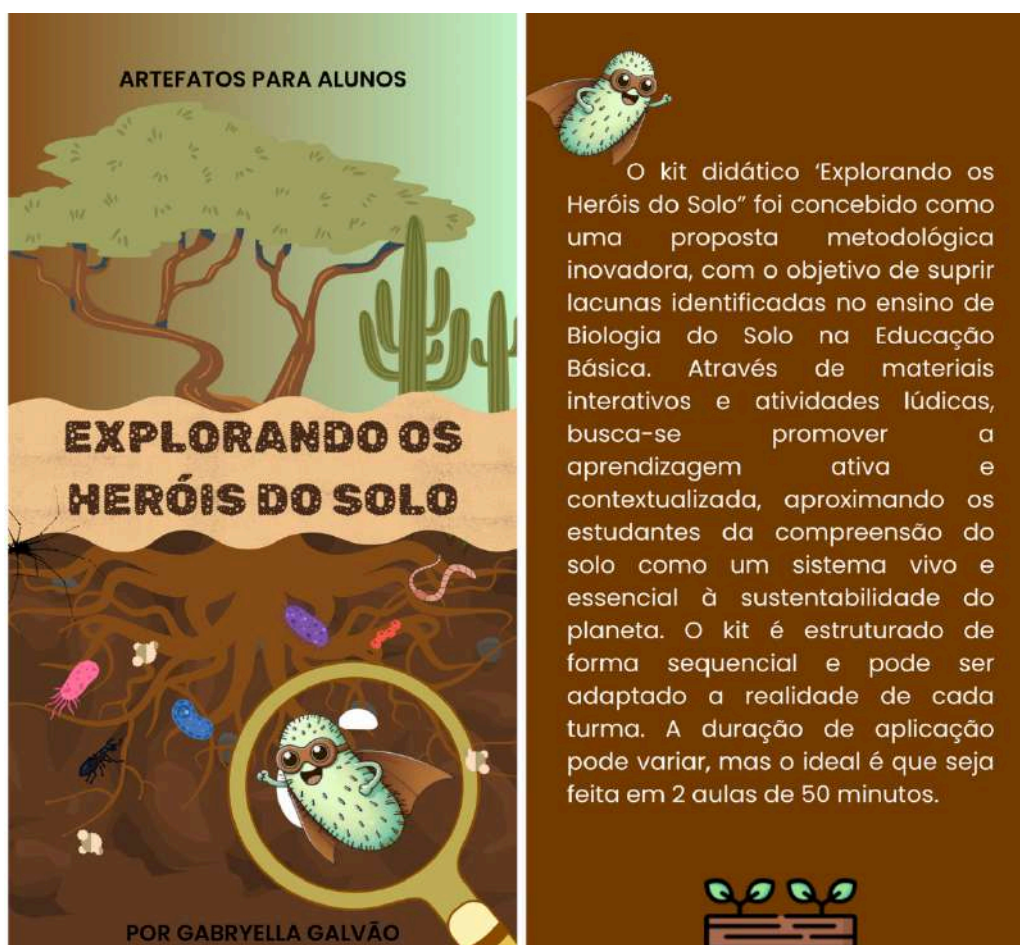
É imprescindível a flexibilidade dos professores na adoção de recursos didáticos alternativos que possam expandir o raciocínio e as possibilidades didáticas, sistematizando o conteúdo e promovendo uma aprendizagem significativa (Falcão; Sobrinho, 2021). Ao

produzir um artefato para professores, os docentes serão capacitados para abordarem com segurança e profundidade este tema, além de participarem ativamente do como agentes que estão em constante processo de aprendizagem e especialização.

5.2.2 Artefatos para alunos

Os artefatos para alunos foram produzidos com o objetivo de promover uma aprendizagem significativa, ativa e contextualizada sobre Biologia do Solo a partir da mescla de diferentes materiais didáticos (Figura 5). O material foi estruturado de forma sequencial e apresenta os artefatos, seus objetivos pedagógicos, conteúdos abordados, forma de aplicação e tempo estimado, com sugestões de adaptações para diferentes contextos e atividades que podem ser realizadas (Apêndice B).

Figura 5: Capa e apresentação dos artefatos para alunos que compõem o kit “Explorando os Heróis do Solo”.

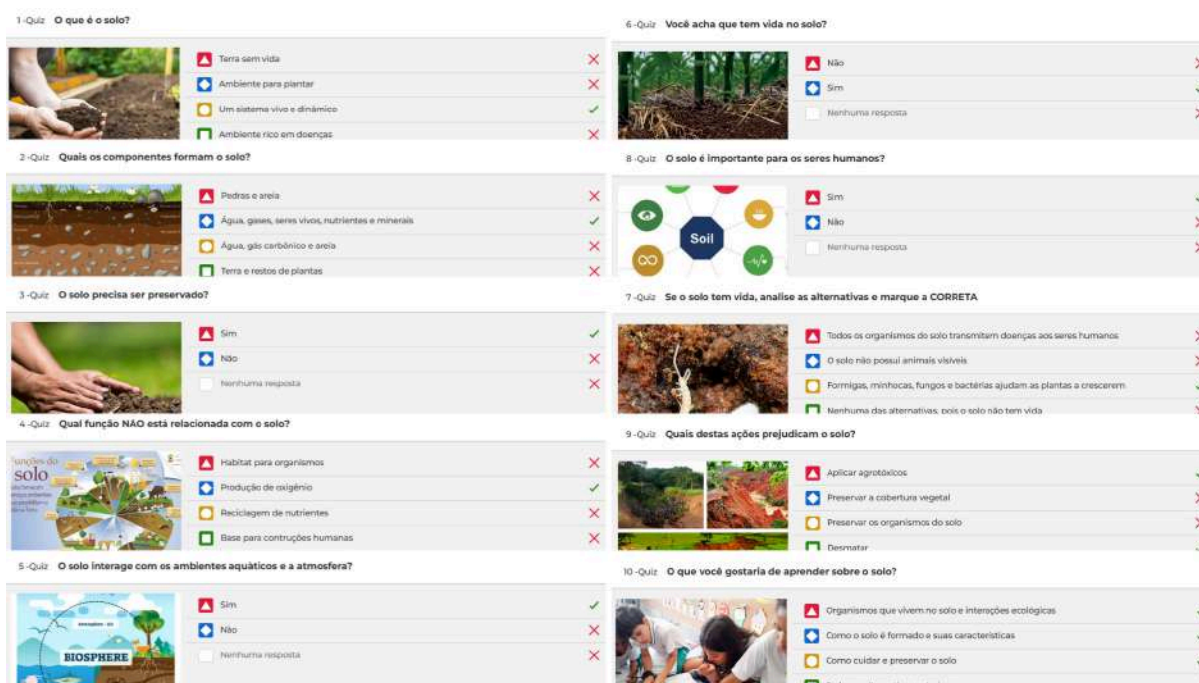


Fonte: A autora, 2025.

5.2.2.1 Artefato 1: Questionário Diagnóstico

O questionário diagnóstico é composto por 10 questões de múltipla escolha que questionam sobre conhecimentos básicos acerca do Solo (Figura 6). Dentre as perguntas, há abordagens sobre o conceito de solos, funções ecológicas, biodiversidade e sustentabilidade. O questionário tem como objetivo levantar conhecimentos prévios dos estudantes sobre o solo, na busca por lacunas que irão direcionar a aplicação dos outros artefatos do Kit didático. A aplicação do material pode ser feita de forma remota, mas também há as possibilidades de transmissão em TV ou Projetor, ou impressão em material físico, a depender da limitação digital da instituição.

Figura 6. Questionário diagnóstico que compõe o Kit “Explorando os Heróis do Solo”.



Fonte: A autora, 2025.

Assim como afirma Urbanska et al. (2021) o conhecimento dos alunos é pobre no que diz respeito a tópicos de solo e biosfera, e é difícil imaginar uma abordagem adequada às questões de desenvolvimento sustentável sem identificar a realidade destes alunos, sendo necessário pôr ênfase nas questões que estes possuem menos conhecimento.

No entanto, os alunos apresentam conhecimentos prévios que podem ser acessados por diferentes metodologias para que professores trabalhem com base nas lacunas identificadas e realizem abordagens contextualizadas e significativas, e questionários diagnósticos são eficientes neste quesito (Bellucco; Carvalho, 2014; Feijó; Delizoicov, 2016).

5.2.2.2 Artefato 2: Texto “O solo é vivo?”

O questionário diagnóstico aborda conteúdos relacionados ao conceito de solos, gênese, estrutura, características que compõem o solo, e funções ecológicas (Figura 7). O texto tem o objetivo de introduzir o conceito de solo como um sistema vivo, estabelecendo relações entre componentes e suas funções no meio ambiente. O texto pode ser impresso para leitura individual ou transmitido em TV/Projektor para uma leitura coletiva. Recomenda-se também que seja feita uma leitura dinâmica, com a marcação de termos relevantes e discussão em conjunto, a depender da realidade da turma.

Figura 7. Texto “O solo é vivo?” que compõe o Kit “Explorando os heróis do solo”.

O SOLO É VIVO?

Por Gabriela Galvão
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE
E-mail: galvao@ufrpe.br

Você já parou para pensar que o solo é muito mais do que apenas uma “Terra para plantas”?

Na verdade, ele é um sistema vivo, formado por camadas, partículas, água, ar e uma grande variedade de organismos vivos, que interagem entre si e possibilitam que este ambiente respire, filtre água, recicle nutrientes e dê suporte para a vida na terra. Neste texto, veremos que é o solo e como este se comporta como um sistema vivo e fundamental para a biosfera.



– O que é o solo?
O solo é um corpo natural formado por porções orgânicas e inorgânicas a partir do intemperismo de rochas ao longo do milhares de anos. O solo recebe a maior parte das terras, sendo **dinâmico e heterogêneo**, e estando sempre em mudança e atividade graças a ação integrada do clima, das plantas, dos animais e dos microrganismos, garantindo a sustentação da vida na Terra (Brady, Weil, 2017; Carolet Rodríguez et al., 2022).

– Como o solo se forma?
O solo é um recurso natural que não surge do dia para a noite. Sua formação se dá a partir do processo de pedogênese que leva centenas de milhares de anos para se concluir. A gênese ocorre com o intemperismo de rochas e minerais, que consiste em modificações em suas estruturas físicas e químicas por meio de processos de destruição e transformação. Essas matérias intemperizadas (sedimentos) são facilmente transportadas e/ou acumuladas, sintetizando novos solos (Brady, Weil, 2017).

As rochas quebradas e modificadas podem ser de diferentes naturezas:

- 1. Rochas ígneas ou magmáticas:** São formadas a partir do resfriamento do magma e são úrgem, muitas vezes, a solos com predominância de elementos como o ferro, magnésio e cálcio, que são importantes para o crescimento das plantas;
- 2. Rochas sedimentares:** Rochas antigas e abundantes na superfície terrestre que se formam pelo acúmulo de outras rochas que foram desgastadas, transportadas e depositadas em bacias sedimentares;
- 3. Rochas metamórficas:** Rochas formadas a partir de mudanças físicas e químicas, especialmente temperatura e pressão, diante de rochas sedimentares ou ígneas.



CICLO DAS ROCHAS

Além do intemperismo sobre os diferentes tipos de rochas, o processo de pedogênese também depende de 5 fatores de formação, os quais determinam as características dos diferentes solos encontrados no planeta:

- 1. Material do Origem:** É o tipo de rocha que deu origem ao solo. As diferentes rochas possuem minerais diferentes, o que influencia a cor, textura e nutrientes do solo.
- 2. Clima:** Temperatura, vento e chuvas determinam a natureza e a intensidade do intemperismo, influenciando na velocidade de formação do solo.
- 3. Relevo/topografia:** As diferenças na inclinação e altitude do paisagem influenciam no acúmulo de água, erosão e espessamento do solo.
- 4. Organismos vivos:** Vegetais, animais e microrganismos atuam no intemperismo biogeoquímico e aceleram a formação do solo ao quebrar rochas, produzir húmus e misturar as camadas.
- 5. Tempo:** Período de atuação dos outros fatores. Determina o grau de desenvolvimento e diferenciação das camadas do solo.

Cada fator contribui para criar solos com cores, texturas, fertilidade e biota variadas. Isso explica por que certos solos são melhores para a agricultura, enquanto outros sustentam florestas, campos ou áreas desérticas (Brady, Weil, 2017).

– Principais funções do solo
A partir de tanta complexidade em sua formação e em seus componentes, o solo possui grande importância e realiza funções vitais para a vida na terra e para o equilíbrio dos ecossistemas. Ambientalmente, os solos são essenciais para a biodiversidade, ciclagem de nutrientes, fonte de carbono e trocas com a atmosfera. Antropicamente, o ambiente edáfico possui grande importância para a produção de alimentos, servindo como base para a agricultura, fornecendo infraestrutura e biotecnologias essenciais para os seres humanos, além de serem o berço da cultura e registros dos antepassados da população humana.



– Estrutura do solo
A estrutura do solo é muito importante para o controle de diversos processos que ocorrem no solo. Essa estrutura se refere ao agrupamento de partículas do solo para a formação de agregados, que variam em forma e tamanho e controlam a retenção de água, trocas gasosas, dinâmica da matéria orgânica e nutrientes do solos, crescimento de raízes das plantas, habitat para organismos, dentre várias outras funções e atividades que ocorrem no solo (Rabot et al., 2018; Bassett et al., 2023).

O solo possui diferentes camadas, denominadas de **horizontes**, que variam em cor, textura e composição. Esses horizontes são formados por partículas sólidas (areia, silte e argila), água, ar e matéria orgânica em diferentes proporções. As diferentes frações que compõem o solo são fundamentais para determinar as funcionalidades e os organismos que nele irão habitar (Mueller et al., 2024).

As partículas sólidas são classificadas em três tipos principais: **areia, silte e argila**.

- **Areia:** Grãos maiores, visíveis a olho nu; cria espaços maiores entre as partículas, facilitando a drenagem da água e a entrada de ar.
- **Silte:** Grãos médios, que retêm mais água que a areia, mas ainda permitem uma boa circulação de ar.
- **Argila:** Partículas extremamente finas, que se agrupam facilmente e têm grande capacidade de reter água e nutrientes, mas podem dificultar a entrada de ar quando em excesso.



Forne: <https://pedagogica.com.br/>

Além das partículas sólidas, a estrutura do solo inclui **frações líquidas e gasosas**, que são igualmente importantes.

- **A fração líquida** é composta pela água que se infiltra nos poros entre os grãos, transportando nutrientes para as raízes das plantas e criando um ambiente favorável para a vida de microrganismos.
- **A fração gasosa** é o ar do solo, essencial para a respiração de raízes, insetos, minhocas, fungos e bactérias. Solos bem estruturados possuem poros de tamanhos variados, que mantêm o equilíbrio entre **água e ar**, o que é vital para a saúde do solo.

Quando a solo tem uma **estrutura equilibrada**, ele favorece o desenvolvimento de raízes fortes, melhora a infiltração da água da chuva, evita erosões e cria **microhabitats** ideais para os organismos do solo que ajudam a decompor matéria orgânica, reciclar nutrientes e manter a fertilidade (Brady, Weil, 2017).

– Características que tornam a vida possível no solo
O solo é considerado um sistema vivo por reunir diversos fatores bióticos e abióticos que interagem entre si, garantindo que este seja um sistema dinâmico e se relacione de maneira eficiente com outras esferas do planeta Terra. Os componentes abióticos que compõem o solo (textura, pH, porosidade, matéria orgânica, ar e água) determinam as condições ideais para a existência de plantas e abrigo de animais e microrganismos (Brady, Weil, 2017).

- **Textura:** A textura do solo influencia diretamente as espécies vegetais e os organismos que podem se adaptar a determinado tipo de solo. As proporções entre areia, silte e argila determinam a umidade, aeração e fertilidade necessárias para o sustento da vida no solo.
- **Porosidade:** Os poros do solo são os espaços entre as frações sólidas. Essa característica é determinada pelas proporções entre areia, silte e argila, que determinam se os poros serão maiores ou menores. A presença dos poros possibilita o armazenamento de água e ar, permitindo a circulação destes elementos para a respiração e nutrição da biota edáfica.
- **Matéria orgânica:** A matéria orgânica é formada por restos de plantas, folhas, raízes mortas e resíduos de animais em processo de decomposição ou decompostos. Essa porção disponibiliza nutrientes minerais e é transformada em húmus, determinando a fertilidade e estrutura do solo, mantendo-o fértil e produtivo, e determinando as espécies que nele se estabelecerão.
- **pH:** O pH do solo indica se ele é mais ácido, neutro ou alcalino. Esse parâmetro é importante pois controla a disponibilidade de nutrientes para as plantas e afeta os tipos de microrganismos (fungos e bactérias) que o solo irá abrigar. Solos muito ácidos ou muito alcalinos selecionam organismos tolerantes a certos pH e podem limitar a fertilidade e o crescimento das plantas.
- **Água:** A água no solo preenche parte dos poros e é essencial para transportar nutrientes para as plantas. Além disso, a água do solo pode abrigar diversos organismos, como protozoários, bactérias e fungos, que dependem da umidade para realizar suas atividades no solo (decomposição da matéria orgânica, respiração, etc.).
- **Ar:** O ar que se encontra nos poros é rico em gases necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas, fauna e microrganismos do solo. A relação entre ar e água presente no solo determina o transporte para raízes e molha as espécies de organismos e os metabólitos que estão presentes no solo.

O solo, portanto, é um sistema vivo, dinâmico e essencial, que realiza diversas funções no planeta Terra. Analisar sua atuação nas dinâmicas terrestres ajuda a entender por que devemos cuidar dele. Proteger o solo significa garantir água limpa, alimentos saudáveis, permanência de nutrientes minerais na natureza, e conservação do planeta para as gerações futuras.

Fonte: A autora, 2025.

Além do texto, o artefato conta também com um glossário e página de referências, os quais podem ser consultados e utilizados em usos adaptados do kit como suporte ou atividade complementar (Figura 8).

Figura 8. Glossário e referências bibliográficas disponibilizadas no artefato 2 que compõe o kit “Explorando so Heróis do Solo”.

GLOSSÁRIO	REFERÊNCIAS
<ul style="list-style-type: none"> • Antrópico: Refere-se a tudo que é resultado da ação humana no meio ambiente. • Aquecimento Global: Aumento da temperatura média da Terra devido ao acúmulo de gases do efeito estufa. • Bacias sedimentares: Regiões onde sedimentos se acumulam e formam rochas sedimentares. • Biota: Conjunto de todos os seres vivos de um ambiente. • Biodiversidade: Variedade de espécies de seres vivos que habitam um ecossistema. • Ciclagem: Processo de renovação e circulação de nutrientes na natureza. • Decomposição: Quebra de matéria orgânica por fungos, bactérias e outros organismos. • Ecossistema: Conjunto de seres vivos e fatores físicos que interagem em um ambiente. • Edáfico: Tudo que se refere ao solo como ambiente (fatores edáficos). • Erosão: Desgaste e transporte de partículas do solo pelo vento ou pela água. • Fertilidade: Capacidade do solo de fornecer nutrientes para as plantas crescerem. • Habitat: Lugar onde um ser vivo encontra abrigo, alimento e condições de vida. • Húmus: Porção escura e fértil do solo formada pela decomposição da matéria orgânica. • Intemperismo: Processo de desgaste e alteração das rochas pela ação do clima e organismos. • Manejo: Formas de usar e cuidar do solo ou da terra para conservá-los saudáveis. • Matéria orgânica: Restos de plantas, animais e microrganismos em processo de decomposição ou decompostos no solo. • Pedogênese: Processo de formação e desenvolvimento do solo a partir das rochas. • pH: Indica se o solo é mais ácido, neutro ou alcalino. • População: Conjunto de indivíduos da mesma espécie que vivem no mesmo local. • Porosidade: Espaços vazios no solo que armazenam água e ar. • Textura: Proporção de areia, silte e argila que define a sensação do solo ao toque. 	<ul style="list-style-type: none"> ANDREOLI, Cleverson V.; ANDREOLI, F. D. N.; JUSTI JUNIOR, Jorge. Formação e características dos solos para o entendimento de sua importância agrícola e ambiental. Complexidade: redes e conexões do ser sustentável. 1ed. Curitiba: SENAR/PR, p. 511-530, 2014. BANWART, Steven A. et al. Soil functions: connecting earth's critical zone. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, v. 47, n. 1, p. 333-359, 2019. BASSET, Christelle et al. How does soil structure affect water infiltration? A meta-data systematic review. Soil and Tillage Research, v. 226, p. 105577, 2023. BERENDSEN, Roeland L.; PIETERSE, Corné MJ; BAKKER, Peter AHM. The rhizosphere microbiome and plant health. Trends in plant science, v. 17, n. 8, p. 478-486, 2012. BRADY, N. C.; WEIL, R. R. Elementos da Natureza e Propriedades do Solo. 15. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017. CÁRCELES RODRÍGUEZ, Belén et al. Conservation agriculture as a sustainable system for soil health: A review. Soil Systems, v. 6, n. 4, p. 87, 2022. EVANGELISTA, Sandra J. et al. A proposal for the assessment of soil security: Soil functions, soil services and threats to soil. Soil Security, v. 10, p. 100086, 2023. FAO. 2022. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Systems at breaking point. Main report. Rome. MCGRATH, J. M.; SPARGO, J.; PENN, C. J. Soil fertility and plant nutrition. In: Plant Health. Elsevier, 2014, p. 166-184. MUELLER, Carsten W. et al. From rhizosphere to detritosphere–Soil structure formation driven by plant roots and the interactions with soil biota. Soil Biology and Biochemistry, p. 109396, 2024. RABOT, Eva et al. Soil structure as an indicator of soil functions: A review. Geoderma, v. 314, p. 122-137, 2018. SMITH, Pete et al. Biogeochemical cycles and biodiversity as key drivers of ecosystem services provided by soils. Soil, v. 1, n. 2, p. 665-685, 2015.

Fonte: A autora, 2025.

A utilização de textos com linguagem acessível aos estudantes da educação básica é essencial para a promoção de uma aprendizagem significativa. Quando conteúdos são apresentados de forma clara, principalmente os definidos como complexos, como é o caso dos conteúdos de solos, há um maior engajamento e interesse por parte dos estudantes. Isso ocorre porque a linguagem científica tradicional pode se mostrar rebuscada ou com termos de difícil entendimento para aqueles de fora da academia, dificultando e desestimulando o interesse pela leitura dos estudantes do ensino básico (Sasseron; Carvalho, 2011).

5.2.2.3 Artefato 3: Caça-Cruzadas do Solo

O artefato 3 “Caça-Cruzadas do Solo” tem como objetivo revisar, de forma lúdica, os conteúdos vistos no artefato 2 (Figura 9). A atividade possui 13 questões referentes ao texto que possuem respostas de 1 palavra que devem ser respondidas no Caça-Palavras e nas Palavras Cruzadas. O Caça-Cruzadas pode ser transmitido em TV/Projeto para a resposta coletiva, ou pode ser impresso e respondido individualmente, a depender da dinâmica da turma a qual será aplicada a atividade.

Figura 9. Caça-Cruzadas do Solo que está inserido no Kit “Explorando os Heróis do Solo”.

CAÇA-CRUZADAS DO SOLO

Questões para serem respondidas com palavras no caça-palavras e nas cruzadas:


- 1 Nome do processo que degrada a matéria orgânica do solo
- 2 Tipo de rocha que é formada a partir da fragmentação de outras
- 3 Característica do solo que permite a entrada de água e ar
- 4 Processo que age em rochas e minerais para a formação dos solos
- 5 O solo tem camadas denominadas de
- 6 Fator de formação que influencia na velocidade do intemperismo de rochas
- 7 O solo serve para os organismos como
- 8 Processo que o solo atua e esta envolvido com os elementos da Terra
- 9 Elemento que o solo armazena e ajuda na regulação climática
- 10 Menor partícula do solo com boa retenção de água
- 11 Material de origem que origina os solos
- 12 Elemento que esta presente no solo e é importante para o transporte de nutrientes
- 13 Ação que desgasta o solo por ação do vento e da água

Caça Solos

As palavras deste caça palavras estão escondidas na horizontal, vertical e diagonal, sem palavras ao contrário.

S	E	D	I	M	E	N	T	A	R	V	A
R	O	C	H	A	C	L	I	M	A	I	L
I	B	I	O	R	K	H	N	A	T	N	W
D	E	C	O	M	P	O	S	I	Ç	Ã	O
D	R	L	A	A	H	R	T	S	Ã	F	E
B	O	A	A	R	G	I	L	A	G	I	R
B	S	G	F	E	B	Z	H	M	U	B	E
O	Ã	E	H	T	U	O	E	E	A	I	E
T	O	M	E	R	G	N	S	C	U	T	
W	O	I	N	E	T	R	O	R	B	N	
I	N	T	E	M	P	E	R	I	S	M	O
E	T	P	O	R	O	S	I	D	A	D	E

ARGILA	CLIMA	HORIZONTES	ROCHA
CARBONO	DECOMPOSIÇÃO	INTERPERISMO	SEDIMENTAR
CICLAGEM	EROSÃO	POROSIDADE	ÁGUA



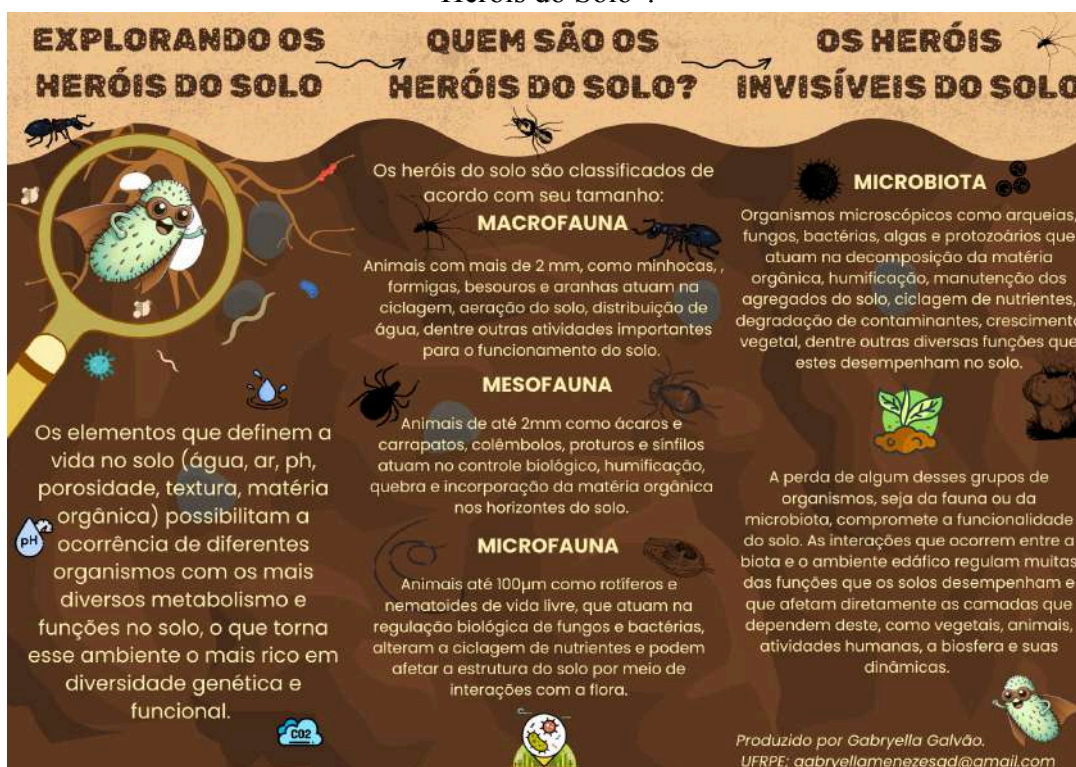
Fonte: A autora, 2025.

Metodologias de ensino que se associam a estratégias lúdicas tendem a ser mais efetivas no processo de ensino-aprendizagem por provocar o envolvimento efetivo dos estudantes, levando-os a raciocinarem, refletirem e construir seu conhecimento de maneira ativa (Freitas Filho et al., 2012; Souza et al., 2025). A utilização de recursos lúdicos, como caça-palavras e palavras-cruzadas podem ser eficientes na revisão de conceitos e textos vistos de maneira tradicional, reforçando que atividades interativas proporcionam o aprendizado significativo (Galembeck et al., 2004).

5.2.2.4 Artefato 4: Folder “Explorando os heróis do solo”

O folder digital “Explorando os Heróis do Solo” tem o objetivo de apresentar os organismos presentes no solo de forma didática e de fácil entendimento (Figura 10). O material chama atenção para as características edáficas que definem a vida no solo e garantem a sua biodiversidade, explorando a macrofauna, mesofauna, microfauna e microbiota, mencionando quais organismos estão presentes em cada classificação e os papéis destes no solo. O folder pode ser transmitido em TV/Projektor ou pode ser impresso, e recomenda-se a aplicação em grupos de estudantes, direcionando-os a discutirem sobre os organismos e suas funções no solo.

Figura 10. Folder digital “Explorando os Heróis do Solo” que compõe o Kit “Explorando os Heróis do Solo”.



Fonte: A autora, 2025.

O folder faz uso de recursos visuais que chamam atenção dos alunos, evitando o uso de textos longos e de difícil compreensão. A divisão dos organismos por tamanho e a apresentação de suas funções no solo contribuem com uma abordagem didática e contextualizada, chamando atenção, indiretamente, para a importância de se preservar esses organismos para garantir o desempenho das funções realizadas por estes. O folder foi produzido em consonância com Bossio et al. (2017), que valorizam o solo como habitat essencial para a vida.

5.2.2.5 Artefato 5: Vídeo “Explorando os Heróis do Solo”

O vídeo “Explorando os Heróis do Solo” tem o objetivo de explorar a microbiota do solo e suas principais funções e importâncias para o meio ambiente em uma linguagem acessível e contextualizada (Figura 11). O vídeo aborda a microbiologia do solo e as funções ecológicas dos organismos edáficos que possuem grande importância para atividades humanas como a agricultura. O material deve ser transmitido em TV/Projektor e recomenda-se que os alunos destaquem os principais pontos observados no vídeo e discutam sobre o tópico abordado.

Figura 11. Vídeo “Explorando os Heróis do Solo” que está inserido no Kit “Explorando os Heróis do Solo”.



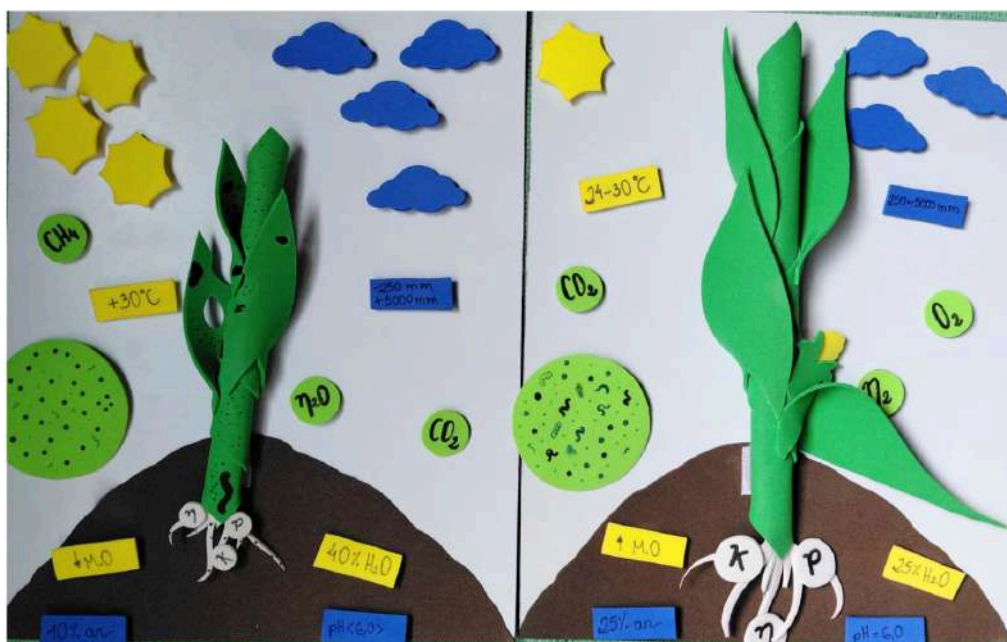
Fonte: A autora, 2025.

A mídia digital, quando usada corretamente, pode promover uma educação eficaz e envolvente, visto que cada vez mais os recursos digitais estão inseridos no cotidiano dos estudantes. A utilização do vídeo como recurso didático amplia as possibilidades pedagógicas e fortalece a inclusão de alunos com diferentes estilos de aprendizagem. De acordo com Urbanska et al. (2021), o uso de mídias digitais pode reforçar a educação ambiental e gerar maior engajamento.

5.2.2.6 Artefato 6: Painéis interativos Solo-Planta-Atmosfera

Os painéis interativos “Solo-Planta-Atmosfera” foram inseridos no Kit com o objetivo de sistematizar o conteúdo visto ao longo dos artefatos anteriores e observar o solo de forma macro, como este se relaciona com a atmosfera e com os organismos que dependem dele (Figura 12). Ciclos biogeoquímicos, interações entre o solo e atmosfera, biologia do solo e preservação podem ser abordados de maneira satisfatória com o material. A aplicação deve ser realizada mediante a disponibilização dos painéis em branco, apenas com as plantas inseridas, e os alunos devem montar as características edáficas e atmosferas mais adequadas a cada situação. Após a montagem, os alunos devem compartilhar como chegaram ao resultado final da montagem e devem discutir sobre ações degradantes do meio ambiente e preservação do solo.

Figura 12: Painéis interativos “Solo-Planta-Atmosfera” que compõe o Kit “Explorando os Heróis do Solo”



Fonte: A autora, 2025.

Conteúdos sistematizados que dizem respeito a relação entre o solo e as plantas, biodiversidade edáfica, esgotamento e poluição do solo, mudanças na fauna e flora associadas a distúrbios nos solos, desertificação, erosão e lixiviação são muito negligenciados, gerando preocupação, visto que o solo é um dos elementos mais valiosos dos ecossistemas terrestres (Morel et al., 2015; Urbanska et al., 2021). Os painéis interativos representam uma atividade de alto valor pedagógico, pois articulam os conteúdos aprendidos em uma abordagem sistêmica. A relação solo-planta-atmosfera reforça as interações ecológicas e favorece o pensamento crítico dos alunos ao abordar temas como ciclos biogeoquímicos e impactos ambientais. Segundo Morel et al. (2015), a visualização integrada das relações ecológicas é essencial para o ensino das Ciências da Terra.

5.3 VALIDAÇÃO DO KIT DIDÁTICO “EXPLORANDO OS HERÓIS DO SOLO”

O Kit didático “Explorando os heróis do solo” foi avaliado por critérios de objetividade, estrutura e estética, relevância científica e educacional e aplicabilidade. Os itens aprovados na validação foram os que atingiram o IVC igual ou superior a 0,80. Os quatro 2, 3, 4, 5 e 6 apresentam os resultados obtidos.

Os objetivos do material para professores foram atingidos de maneira satisfatória, sendo possível observar o IVC de 0,80 e 1,00 (Quadro 2). Os juízes avaliadores concordaram que o material norteia eficientemente os conteúdos de Biologia do Solo e apresenta argumentos convincentes para o ensino do tema (IVC=1,00). Apenas 60% dos juízes concordaram totalmente que o material está completo e rico em informações (IVC=0,80), sugerindo que foram identificados pontos a serem enriquecidos.

Quadro 2: Respostas dos juízes avaliadores e índice de avaliação de conteúdo (IVC) das perguntas acerca dos objetivos do Material para Professores.

Objetivos do Material para Professores	Resposta dos juízes % (n)					Índice de Validade do Conteúdo (IVC)
	Concordo Totalmente (CT)	Concordo (CO)	Indiferente (IN)	Discordo (DI)	Discordo Totalmente (DT)	
O material para professores é eficiente em nortear os conteúdos que devem ser abordados na temática de Biologia do Solo.	100% (5)					1,00

O material para professores está completo e rico em informações pertinentes, servindo como uma formação complementar aos professores de Biologia.	60% (3)	20% (1)	20% (1)			0,80
O material para professores apresenta pontos convincentes sobre a importância de se ensinar Biologia do Solo na educação básica.	100% (5)					1,00
O material para professores apresenta corretamente as lacunas relacionadas ao currículo do ensino básico sobre a Biologia do Solo.	80% (4)	20% (1)				1,00

Fonte: A autora, 2025.

Apesar da validação dos juízes no que diz respeito aos objetivos do material para professores, o IVC = 0,80 para a completude e riqueza de informações no artefato para professores indica a necessidade de enriquecimento do material, assim como defendido por Sobrinho et al. (2020), que trata sobre materiais educacionais contextualizados e aprofundados para o ensino de solos. Ressalta-se também a unanimidade sobre a importância de se ensinar Biologia do solo e as lacunas no currículo do ensino básico, reforçando que os ecossistemas edáficos são tratados com superficialidade.

Todos os juízes aprovaram a clareza da linguagem, organização lógica e descrições dos artefatos (IVC=1,0 para todos os itens) (Quadro 3). Nenhum item avaliado recebeu nota menor que 1,00, indicando que o material apresenta linguagem e estrutura bem aceitas.

Quadro 3: Respostas dos juízes avaliadores e índice de avaliação de conteúdo (IVC) das perguntas acerca da linguagem e organização do Material para Professores.

Linguagem e organização dos elementos no material para professores	Resposta dos juízes % (n)					Índice de Validade do Conteúdo (IVC)
	Itens	Concordo Totalmente (CT)	Concordo (CO)	Indiferente (IN)	Discordo (DI)	
O material para professores apresenta linguagem clara e objetiva, adequada para licenciados em biologia.		100% (5)				1,00
O material para professores		100% (5)				1,00

apresenta corretamente conceitos e tópicos pertinentes sobre a biologia do solo.						
O material para professores está organizado de maneira lógica e eficiente, bem ilustrado e rico em informações.	100% (5)					1,00
O material para professores apresenta boas descrições iniciais sobre os artefatos do kit para alunos.	100 % (5)					1,00
O material para professores apresenta boas referências e materiais de apoio que podem ser consultados facilmente para a obtenção de mais informações.	80% (4)	20% (1)				1,00

Fonte: A autora, 2025.

Todos os itens avaliados receberam IVC = 1,00, indicando clareza na linguagem, coerência na organização, qualidade das descrições e adequação conceitual, reforçando o que é proposto por Galembeck et al. (2004) quanto a importância de uma comunicação clara. A ausência de discordâncias corrobora a eficácia de materiais visualmente ricos, seja para professores ou alunos.

Todos os juízes (100%) concordaram que os artefatos suprimem lacunas curriculares, promovem aprendizagem significativa e despertam curiosidade (IVC = 1.0) (Quadro 4). Quanto à aplicabilidade e adaptabilidade, apenas 1 dos 5 juízes concorda totalmente, indicando que há pontos a serem melhorados para uma melhor adaptação e aplicabilidade em sala de aula dos artefatos.

Quadro 4: Respostas dos juízes avaliadores e índice de avaliação de conteúdo (IVC) das perguntas acerca dos objetivos dos artefatos para alunos.

Objetivos dos artefatos para alunos	Resposta dos juízes % (n)					Índice de Validade do Conteúdo (IVC)
	Concordo Totalmente (CT)	Concordo (CO)	Indiferente (IN)	Discordo (DI)	Discordo Totalmente (DT)	
Item						
Os artefatos do Kit podem ser eficientes em suprir as	100% (5)					1,00

lacunas do ensino de biologia do solo no currículo do ensino básico.						
Os artefatos do Kit podem promover uma aprendizagem contextualizada e significativa sobre a biologia do solo.	100% (5)					1,00
Os artefatos do Kit podem despertar a curiosidade e a necessidade de preservação do solo nos alunos do ensino básico.	100% (5)					1,00
Os artefatos do Kit podem ser facilmente aplicados e adaptados para diferentes realidades educacionais.	20% (1)	80% (4)				1,00
Os artefatos do Kit podem atingir os objetivos pedagógicos de forma eficiente.	80% (4)	20% (1)				1,00

Fonte: A autora, 2025.

Todos os itens relacionados aos objetivos dos artefatos para alunos foram validados de maneira satisfatória (IVC=1,00. No entanto, alguns itens apresentaram menos concordância total, sugerindo a necessidade de utilizações mais amplas que verifiquem a adaptabilidade dos artefatos em diferentes realidades escolares (Felicio et al., 2021). A eficiência pedagógica dos artefatos do Kit alinha-se aos estudos sobre ludicidade no ensino de ciências (Zabala, 2016).

Quanto à qualidade e riqueza dos artefatos para alunos, destacam-se os itens que dizem respeito aos artefatos 2 e 6, que obtiveram IVC= 0,80 (Quadro 5). Para o artefato 2, 1 juiz indicou que discorda (1), e para o artefato 6, 1 juiz se mostrou indiferente (IN). Os demais artefatos apresentaram IVC=1,00, indicando boa aderência dos juizes.

Quadro 5: Respostas dos juizes avaliadores e índice de avaliação de conteúdo (IVC) das perguntas acerca da qualidade e riqueza dos artefatos para alunos.

Qualidade e Riqueza artefatos para alunos	Resposta dos juizes % (n)					Índice de Validade do Conteúdo (IVC)
	Concordo Totalmente	Concordo (CO)	Indiferente (IN)	Discordo (DI)	Discordo Totalmente	
Item						

	(CT)				(DT)	
O artefato 1 (Questionário Diagnóstico) é uma forma eficiente e didática de avaliar o conhecimento dos alunos sobre solos e trabalhar em cima das lacunas observadas.	80% (4)	20% (1)				1,00
O artefato 2 (Texto "O solo é Vivo") é um bom recurso para introduzir o conteúdo a ser trabalhado e apresenta corretamente os conceitos, com linguagem acessível e fluída para alunos do ensino básico.	60% (3)	20% (1)		20% (1)		0,80
O artefato 3 (Caça-Cruzadas do Solo) é uma forma lúdica e eficiente para revisar os conteúdos vistos no artefato 2.	100% (5)					1,00
O artefato 4 (Folder "Explorando os Heróis do Solo") apresenta eficientemente os organismos que vivem no solo e suas funções, despertando a curiosidade e necessidade de conservação deste ambiente.	100 % (5)					1,00
O artefato 5 (Vídeo "Explorando os Heróis do Solo") é uma estratégia atual e com linguagem acessível para chamar a atenção dos estudantes sobre a microbiota do solo e suas funções no ecossistema.	80% (4)	20% (1)				1,00
Artefato 6 (Painéis interativos "Solo-Planta-Atmosfera) serve para consolidar de maneira eficiente a aplicação do kit, trabalhando conceitos e tópicos vistos desde os primeiros artefatos e oferecendo uma visão sistêmica sobre o solo e suas interações com as outras esferas do planeta.	80% (4)		20% (1)			0,80

Fonte: A autora, 2025.

O IVC=0,80 para os artefatos 2 (Texto “O solo é vivo?”) e 6 (Painéis interativos Solo-Planta-Atmosfera) refletem variações na percepção sobre clareza de linguagem e profundidade conceitual destes materiais. Esses artefatos devem ser revisados de modo que haja uma melhoria na fluidez e linguagem utilizada, bem como na interatividade dos painéis, em busca de uma melhor apresentação de conteúdos complexos (Silva; Gow, 2021).

Quanto as atividade e aplicabilidade do Kit “Explorando os Heróis do Solo”, de 80% a 100% dos juízes concordaram que o kit mescla ciência e ludicidade, desperta interesse pela conservação do solo, tem estética atrativa e é adaptável a diferentes realidades (IVC=1,00) (Quadro 6). 20% dos juízes discordam quanto ao tempo de aplicação proposto, e 40% foram não favoráveis a afirmativa de que o kit dispensa o uso de livros didáticos (IVC de 0,80 e 0,60, respectivamente).

Quadro 6: Respostas dos juízes avaliadores e índice de avaliação de conteúdo (IVC) das perguntas acerca das propostas de atividade e aplicabilidade do Kit “Explorando os Heróis do Solo”.

Atividades e aplicabilidade do Kit “Explorando so Heróis do Solo”	Resposta dos juízes % (n)					Índice de Validade do Conteúdo (IVC)
	Concordo Totalmente (CT)	Concordo (CO)	Indiferente (IN)	Discordo (DI)	Discordo Totalmente (DT)	
Os artefatos do Kit podem ser aplicados de forma eficiente nos tempos propostos.	60% (3)	20% (1)		20% (1)		0,80
Os artefatos do Kit dispensam a utilização de textos disponibilizados em livros didáticos.		60% (3)	20% (1)	20% (1)		0,60
As atividades propostas possuem potencial de aplicação e podem ser adaptadas para diferentes realidades escolares.	40% (2)	60% (3)				1,00
Os artefatos do Kit são eficientes em mesclar conteúdo científico em linguagem acessível e atividades lúdicas que despertam o interesse pelo conteúdo abordado.	80% (4)	20% (1)				1,00

As abordagens sobre Biologia do solo são escassas, e este é um ambiente que precisa de olhares mais atentos e que despertem o interesse por sua conservação.	80% (4)	20% (1)				1,00
A estética do Kit é harmônica e chama atenção tanto de professores quanto de alunos.	60% (3)	40% (2)				1,00

Fonte: A autora, 2025.

Os resultados refletem um material esteticamente atrativo, lúdico, adaptável e com potencial pedagógico. O IVC = 0,60 acerca do uso de livros didáticos indica que o material deve ser utilizado como recursos complementar, e não substitutivo, pois são nos livros didáticos que há o norteamento do que se deve seguir de acordo com o currículo educacional. No entanto, assim como discutido previamente, os livros didáticos ainda carecem de conteúdo consistentes e robustos acerca de conteúdos pedagógicos, sendo um obstáculo tanto para estudantes quanto para professores (Charzynski et al., 2022). Quanto ao IVC = 0,80, há a indicação de necessidade de melhoria e otimização da aplicação do Kit, visando o tempo em sala de aula e o período para a abordagem dos conteúdos de acordo com os parâmetros curriculares para as disciplinas de ciências e Biologia. Essas observações alinham-se a Falcão e Sobrinho (2024), que reforçam a importância do planejamento da utilização de materiais didáticos inovadores.

Além da avaliação dos itens por IVC e índice de concordância entre os juízes, houve também a resposta no campo de sugestões e críticas, em que os juízes podiam falar livremente sobre o material analisado (Quadro 7).

Quadro 7: Respostas dos juízes no campo de sugestões.

Juíz	Sugestões, críticas e demais comentários que contribuam com a validação e melhoria do material avaliado
1	“Usa um conceito mais atual de solo, fala sobre a capacidade de sustentar plantas, fatores de formação. As referências, você podia colocar no final um qr code com os artigos. O material tá ótimo, mas o professor ainda sim precisa usar o livro didático.”
2	“Sugiro pensar na inclusão de alunos surdos e cegos. Além disso, como sugestão de atividade prática poderia incluir uma caixinha para demonstrar a atividade da macrofauna e mesofauna em diferentes solos e realizar a atividade de isolamento de microrganismos do solo.”
3	“(…) Trouxe 2 pontos que podem ser discutidos e analisados: (1) Atualmente temos uma realidade pós pandêmica em sala de aula, e algumas lacunas vieram com os

	<p>alunos, a primeira delas é a dificuldade de leitura e concentração para textos longos. Ainda sobre o Artefato 2, outra realidade é a quantidade imensa de alunos com TDA/TDAH, onde nos vemos com grandes dificuldades também em aplicar textos em sala de aula. Um áudio de leitura do texto poderia ser uma forma de adaptação, mas teria que ser testada em sala de aula.</p> <p>(2) Uma dificuldade também que observo é o encaixe do tema no currículo do ensino médio de PE (que foi modificado novamente para o ano de 2025), onde tivemos uma certa redução de conteúdos e teria que ser encaixado dentro de outro tema, talvez contemplando as seguintes habilidades: EM13CNT101 (Área BNCC) e EM13CNT101BIO02PE (Específica), dentro do objetivo de conhecimento "Interações Biológicas". Entretanto, teria que ser organizado previamente a fim de não atrasar os conteúdos seguintes.”</p>
--	---

Fonte: A autora, 2025.

Quanto à utilização de livros didáticos, Silva et al. (2008) e Oliveira (2014) identificaram lacunas no conteúdo de solos nos livros didáticos de Geografia e Ciências do Ensino Fundamental, destacando que o conceito de solos aparece em segundo plano, de maneira ultrapassada e incorreta, não contribuindo de forma clara para o entendimento sobre solos. O solo é apresentado de forma reduzida e descontextualizada nos livros didáticos para as disciplinas de geografia e biologia, revelando lacunas que podem ser supridas com o uso de recursos didáticos diversos (Falcão; Sobrinho, 2021; Souza et al., 2021).

Para as sugestões de inclusão e acessibilidade, haverá adaptações dos materiais do kit para outros formatos, como podcasts, vídeos legendados, modificação de cores e adição de recursos que auxiliem na concentração. Práticas pedagógicas inclusivas com o uso de artefatos adaptados podem promover engajamento, autonomia e sentimento de pertencimento, tornando o processo educativo democrático e significativo (Oliveira et al., 2025).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas com a BNCC para o ensino básico indicaram lacunas no ensino sobre solos e biologia do solo nas disciplinas de ciências e biologia para os anos finais do ensino fundamental e ensino médio. O solo, como uma importante esfera para as dinâmicas terrestres, não tem visibilidade nos currículos para os anos finais do ensino fundamental e ensino médio, sendo visto de forma superficial apenas na disciplina de geografia, o que desconsidera o solo como um ambiente sistêmico e cheio de funcionalidades, desvalorizando o seu potencial interdisciplinar.

Além das lacunas curriculares, foi possível observar problemas na formação docente, o que leva a uma aversão dos professores ao tema de solos, sendo considerado um conteúdo complexo como reflexo da formação ineficiente. Este problema, atrelado aos outros

identificados ao longo do trabalho, prejudica ainda mais o ensino de solos e biologia do solo, negligenciando completamente um tema tão importante no contexto mundial atual.

A partir das lacunas identificadas, foi possível arquitetar um Kit didático que suprisse esses problemas e fosse o mais completo possível. Sete (7) artefatos foram produzidos, sendo um (1) para a utilização de professores, e outros seis (6) para a aplicação com alunos. O material para professores foi pensado como um artefato para contribuir com a formação dos docentes acerca do solo, preparando-os para a utilização do kit para alunos e abordagem satisfatória dos conteúdos. Este artefato foi pensado como uma alternativa à formação deficitária dos professores.

Já para os artefatos para alunos, todos foram pensados com uma linguagem acessível e de fácil utilização, mesclando diferentes recursos e metodologias para quebrar com os métodos conservadores e promover uma aprendizagem contextualizada, interdisciplinar e significativa, que possibilite que o aluno perceba o solo como um ambiente que necessita de preservação, sensibilizando-os sob os aspectos da educação ambiental.

A validação do material por juízes especialistas em Educação, Biologia e Ciência do Solo foi eficiente, sendo o material validado com excelência ($IVC \geq 0.8$ na maioria dos itens). Os pontos com $IVC=0,60$ foram ajustados para potencializar sua eficácia e utilização. O Kit apresenta objetivos pedagógicos satisfatórios, relevância educacional, artefatos aplicáveis e adaptáveis para diferentes contextos educacionais, apresentando-se como uma boa alternativa para o ensino de Biologia do Solo no contexto da educação básica, suprimindo as lacunas do ensino fundamental II e Ensino Médio. As sugestões serão levadas em consideração para a montagem de posteriores versões do Kit, otimizando e ampliando ainda mais a aplicabilidade dos artefatos.

Por fim, o kit didático desenvolvido mostrou-se relevante para o processo de ensino-aprendizagem de Biologia do Solo, tornando palpável e de fácil entendimento um conteúdo pouco abordado no contexto educacional e de extrema importância para a educação transformadora. O desenvolvimento de artefatos educacionais que mesclam diversos recursos são fundamentais para a contextualização e significância do conteúdo para os alunos, modernizando os processos educativos na contemporaneidade e contribuindo com diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, seja os envolvidos diretamente com a educação, ou os que dependem da conservação e saúde do solo.

REFERÊNCIAS

- ANDREOLI, Cleverson V.; ANDREOLI, F. D. N.; JUSTI JUNIOR, Jorge. Formação e características dos solos para o entendimento de sua importância agrícola e ambiental. **Complexidade: redes e conexões do ser sustentável**. 1ed. Curitiba: SENAR/PR, p. 511-530, 2014.
- ARBOLÁEZ, Héctor Pablo Hernández et al. Mesofauna as effective indicators of soil quality differences in the agricultural systems of central Cuba. **Applied Soil Ecology**, v. 182, p. 104688, 2023.
- ASANO, Juliete Gomes Pós; DE SOUZA POLETTO, Rodrigo. Educação ambiental: em busca de uma sociedade sustentável, e os desafios enfrentados nas escolas. **Caderno Pedagógico**, v. 1, 2017.
- BANWART, Steven A. et al. Soil functions: connecting earth's critical zone. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, v. 47, n. 1, p. 333-359, 2019.
- BASSOLI, Fernanda. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência (s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.
- BAVEYE, Philippe C.; BAVEYE, Jacques; GOWDY, John. Soil “ecosystem” services and natural capital: critical appraisal of research on uncertain ground. **Frontiers in Environmental Science**, v. 4, p. 41, 2016.
- BELLUCCO, Alex; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 30-59, 2014.
- BERENDSEN, Roeland L.; PIETERSE, Corné MJ; BAKKER, Peter AHM. The rhizosphere microbiome and plant health. **Trends in plant science**, v. 17, n. 8, p. 478-486, 2012.
- BERUDE, Marciana et al. A mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, 2015.
- BLUM, Winfried EH. Functions of soil for society and the environment. **Reviews in Environmental Science and Bio/Technology**, v. 4, n. 3, p. 75-79, 2005.
- BÔAS, Rogério Custódio Vilas et al. Utilização de recursos audiovisuais como estratégia de ensino de Microbiologia do Solo nos ensinos fundamental II e Médio. **Revista Práxis**, v. 10, n. 19, 2018.
- BOSSIO, D. A. et al. The role of soil carbon in natural climate solutions. **Nature Sustainability**, v. 3, n. 5, p. 391-398, 2020.
- BOUMA, Johan. Soil security as a roadmap focusing soil contributions on sustainable development agendas. **Soil Security**, v. 1, p. 100001, 2020.
- BRADY, Nyle C.; WEIL, Ray R. Elementos da natureza e propriedades dos solos. Bookman Editora, 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular . **MEC**, 2017. Brasília, DF, 2018.

- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**, Brasília, 2013.
- BREVIK, Eric C.; HARTEMINK, Alfred E. Early soil knowledge and the birth and development of soil science. **Catena**, v. 83, n. 1, p. 23-33, 2010.
- BREVIK, Eric C. et al. Connecting the public with soil to improve human health. **European Journal of Soil Science**, v. 70, n. 4, p. 898-910, 2019.
- BREVIK, E. C. et al. Guidelines for under-and post-graduate students. **Soil Sciences Education: Global Concepts and Teaching**; Kosaki, T., Lal, R., Reyes-Sanches, LB, Eds, p. 31-48, 2020.
- BREVIK, Eric C. et al. The importance of soil education to connectivity as a dimension of soil security. **Soil security**, v. 7, p. 100066, 2022.
- CAIN, Michael L.; BOWMAN, William D.; HACKER, Sally D. Ecologia. **Artmed Editora**, 2017.
- CÁRCELES RODRÍGUEZ, Belén et al. Conservation agriculture as a sustainable system for soil health: A review. **Soil Systems**, v. 6, n. 4, p. 87, 2022.
- CARRE, Florence et al. Soil contamination and human health: a major challenge for global soil security. In: **Global soil security**. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 275-295.
- CHARZYŃSKI, Przemysław et al. A global perspective on soil science education at third educational level; knowledge, practice, skills and challenges. **Geoderma**, v. 425, p. 116053, 2022.
- CHUNFANG, Yang et al. Digital economy empowers sustainable agriculture: Implications for farmers' adoption of ecological agricultural technologies. **Ecological Indicators**, v. 159, p. 111723, 2024.
- COBAN, Oksana; DE DEYN, Gerlinde B.; VAN DER PLOEG, Martine. Soil microbiota as game-changers in restoration of degraded lands. **Science**, v. 375, n. 6584, p. abe0725, 2022.
- COSTA FALCAO, C. L.; FALCAO SOBRINHO, J. Material educativo sobre educação do solo: da produção acadêmica às ações de extensão na educação básica. **Revista Geopauta**, v. 5, n. 1, 2021.
- DA MATA, Ingrid Ribeiro Soares et al. IMPRESSÃO DE MODELOS TRIDIMENSIONAIS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA. **Revista Práxis**, v. 13, n. 1sup, 2021.
- DA SILVA, Emilly Vitoria Leonardo; CADENA, Pabyton Gonçalves; CADENA, Marília Ribeiro Sales. Modelo didático de zigoto e período de clivagem de peixe-zebra (*Danio rerio*) que atende estudantes normovisuais e com deficiência visual. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 24, n. 6, p. e15472-e15472, 2024.
- DA SILVA, Emilly Vitoria Leonardo et al. Modelo didático de embrião do Zebrafish (*Danio rerio*): uma proposta para introdução ao ensino de Medicina Translacional. **Revista Práxis**, v. 16, n. 30, 2024a.

- DA SILVA, Joelma Gomes et al. Educação em solos: permeando fronteiras na arte. 2018.
- DA SILVA LIMA, Jhones; DE CAMPOS, Alfredo Borges. O conteúdo solos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do ensino fundamental: uma análise crítica. **Terrae Didatica**, v. 18, p. e022025-e022025, 2022.
- DE FREITAS FILHO, João Rufino et al. Brincoquímica: uma ferramenta lúdico-pedagógica para o ensino de Química Orgânica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, 2015.
- DE OLIVEIRA, Déborah. O conceito de solo sob o olhar de crianças do Ensino Fundamental em escolas de São Paulo-SP. **Ciência e Natura**, v. 36, p. 210-214, 2014.
- DE OLIVEIRA, Lucilia Vernaschi et al. A Educação inclusiva no ensino de ciências: desafios na promoção da aprendizagem. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, p. e025001-e025001, 2025.
- DE SOUSA, Cecila Leal et al. Aplicação de palavras-cruzadas para o ensino de membrana plasmática na disciplina de biologia. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, p. 29-43, 2025.
- DOS SANTOS SOUZA, Alexandre; FURRIER, Max; DE LAVOR, Larissa Fernandes. Solos nos livros didáticos: contextualização e proposta de mapas didáticos. **Terrae Didatica**, v. 17, p. e021010-e021010, 2021.
- ERDOGAN, Hakkı Emrah et al. Soil conservation and sustainable development goals (SDGs) achievement in Europe and central Asia: Which role for the European soil partnership?. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 9, n. 3, p. 360-369, 2021.
- EVANGELISTA, Sandra J. et al. Soil security—Strategizing a sustainable future for soil. **Advances in agronomy**, v. 183, p. 1-70, 2024.
- FALCÃO, Cleire Lima Costa; SOBRINHO, José Falcão. Educação em solos: abordagens teóricas e metodológicas. **Acta Geográfica**, v. 18, n. 49, p. 97-116, 2024.
- FALCONI, Simone. Produção de material didático para o ensino de solos. 2004.
- FAO – Food and Agriculture Organization. Status of the World's Soil Resources. Rome, 2022.
- FEIJÓ, Natanael; DELIZOICOV, Nadir Castilho. Professores da educação básica: Conhecimento prévio e problematização. **Retratos da escola**, v. 10, n. 19, p. 597-610, 2016.
- FELICIO, Camila et al. Proposta de Educação Ambiental crítica no contexto da iniciação à docência: construção e validação de um produto educacional. **Revista Práxis**, v. 13, n. 1sup, 2021.
- FRASSON, V. R.; WERLANG, M. K. Ensino de solos na perspectiva da educação ambiental: contribuições da ciência geográfica. **Geografia: Ensino & Pesquisa**, v. 14, n. 1, p. 94-99, 2010.

- GALEMBECK, E. (org.); TORRES, B. B.; ORSI, C. H.; FREITAS, D. R. C.; YOKAICHIYA, D. K.; SOARDI, F. S.; HORNINK, G. G.; PETERS, H. & SFAIR, J. C. **Manual do usuário: Biologia em multimeios**, São Paulo: Kitmais, 2004.
- GOLDHABER, Marty; BANWART, Steven A. Soil formation. In: Soil carbon: science, management and policy for multiple benefits. Wallingford UK: CABI, 2015. p. 82-97.
- GONGALSKY, Konstantin B. Soil macrofauna: Study problems and perspectives. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 159, p. 108281, 2021.
- HUANG, Yumei et al. Soil meso-and microfauna community acts as an environmental bioindicator in urban greenway landscapes. **Geoderma**, v. 442, p. 116775, 2024.
- ITPS, FAO and. Status of the world's soil resources (SWSR)—Main report. **Food and Agriculture Organization of the United Nations and intergovernmental technical panel on soils**, v. 650, 2015.
- JANSSON, Janet K.; HOFMOCKEL, Kirsten S. Soil microbiomes and climate change. **Nature Reviews Microbiology**, v. 18, n. 1, p. 35-46, 2020.
- KÄMPF, Nestor; CURI, Nilton. Formação e evolução do solo (Pedogênese). Pedologia: fundamentos. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p. 207-302, 2012.
- KESSTRA, Saskia et al. Soil-related sustainable development goals: Four concepts to make land degradation neutrality and restoration work. **Land**, v. 7, n. 4, p. 133, 2018.
- KOHORI, Rodolfo Kasuyoshi. Estratégias experimentais de ensino visando contribuir com o ensino de física de modo significativo: Atividades de eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo. 2015.
- KOPITTKE, Peter M. et al. Ensuring planetary survival: the centrality of organic carbon in balancing the multifunctional nature of soils. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 52, n. 23, p. 4308-4324, 2022.
- LAL, Rattan. Restoring soil quality to mitigate soil degradation. **Sustainability**, v. 7, n. 5, p. 5875-5895, 2015.
- LAL, Rattan et al. Soils and sustainable development goals of the United Nations: An International Union of Soil Sciences perspective. **Geoderma Regional**, v. 25, p. e00398, 2021.
- LEHMANN, Johannes; KLEBER, Markus. The contentious nature of soil organic matter. **Nature**, v. 528, n. 7580, p. 60-68, 2015.
- LIMA, M. R. O solo no ensino fundamental: situação e proposições. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, **Departamento de Solos e Engenharia Agrícola**, 2002. 33 p.
- LIMA, V.C. ; LIMA, M. R. ; MELO, V.F. ; MOTTA, A.C.V. ; DIONÍSIO, J.A. . Educação ambiental no ensino fundamental através de demonstrações e experiências com solos. In: **VIII Congresso Iberoamericano de Extensão Universitária**, 2007, Rio de Janeiro.

- MACEWAN, Richard J.; MACEWAN, Ayesha SA; TOLAND, Alexandra R. Engendering connectivity to soil through aesthetics. In: *Global Soil Security*. Cham: **Springer International Publishing**, 2017. p. 351-363.
- MARGENOT, Andrew J. et al. Integrating soil science into primary school curricula: Students promote soil science education with Dig It! The Secrets of Soil. **Soil Science Society of America Journal**, v. 80, n. 4, p. 831-838, 2016.
- MINAYO, Maria Cecília de Souza. Pesquisa social: teoria, método e criatividade. In: **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 1994. p. 80-80.
- MONTANARELLA, Luca et al. World's soils are under threat. **Soil**, v. 2, n. 1, p. 79-82, 2016.
- MONTANARELLA, Luca; PANAGOS, Panos. Soil security for the European Union. **Soil Security**, v. 4, p. 100009, 2021.
- MORAIS, J. W. de; OLIVEIRA, F. G. L.; BRAGA, R. F.; KORASAKI, V. Mesofauna. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜRMER, S. L. (Eds.). *O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal*. Lavras: **Editora da UFLA**, p. 185-200. 2013.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: **Ed. UFLA**, p 626, 2006.
- MOREL, Jean Louis; CHENU, Claire; LORENZ, Klaus. Ecosystem services provided by soils of urban, industrial, traffic, mining, and military areas (SUITMAs). **Journal of soils and sediments**, v. 15, n. 8, p. 1659-1666, 2015.
- MOTA, Josie Moraes et al. O ensino de solos no componente curricular de Educação para a Sustentabilidade. **Terræ Didática**, v. 17, p. e021056-e021056, 2021.
- MUGGLER, C.C.; PINTO S., F.A.; MACHADO, V.A. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 4, p. 733-740, 2006.
- MUGGLER, C. C; FRANCISCO, T. D. C.; REIS, A. L. M. Solos e agroecologia para professores da educação básica: a experiência do Programa Novos Talentos UFV. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.
- NUNES, M. S.; AZEVEDO, R. J. G.; DA SILVA, P. E. A. B. A abordagem de conteúdos relativos à ciência dos solos em livros didáticos de geografia para o ensino médio. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 6, n. 3, 2016.
- PANIAGO, N. R. Os professores, seu saber e o seu fazer: elementos para uma reflexão sobre a prática docente. Paraná: **editora Appris**, 2017.
- POUDEL, D. D. et al. Hands-on activities and challenge tests in agricultural and environmental education. **The Journal of Environmental Education**, v. 36, n. 4, p. 10-22, 2005.
- REYES-SANCHES, L. B. Educating to build a citizen preservation culture. **Soil Sciences Education: Global Concepts and Teaching**; Kosaki, T., Lal, R., Reyes-Sanches, LB, Eds, p. 49-58, 2020.

- RUSDIYANA, Eksa; SUTRISNO, Eko; HARSONO, Iwan. A bibliometric review of sustainable agriculture in rural development. **West Science Interdisciplinary Studies**, v. 2, n. 03, p. 630-637, 2024.
- SALDANHA, Cibele Stefano et al. Educação em solos: uma experiência pedagógica com ênfase na erosão hídrica do solo. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 3356-3363, 2017.
- SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.
- SHARMA, Pooja; SHARMA, Parul; THAKUR, Nitika. Sustainable farming practices and soil health: A pathway to achieving SDGs and future prospects. **Discover Sustainability**, v. 5, n. 1, p. 250, 2024.
- SILVA, C. S.; COSTA FALCÃO, C. L.; FALCÃO SOBRINHO, J. O estudo do solo no livro didático de Geografia. **Revista Homem Espaço e Tempo**, Sobral, Centro de Ciências Humanas da Universidade Estadual Vale do Acaraú, ano 2, n. 1, 2008.
- SILVA, Aline da Costa; GOUW, Ana Maria Santos. A visão dos estudantes concluintes do Ensino médio sobre fungos. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, v. 5, n. 1, p. 113-128.
- SOBRINHO, Oswaldo Palma Lopes et al. Práticas pedagógicas dos professores de geografia: estratégias didáticas com ênfase na educação em solos. **Revista Ensino de Geografia (Recife) V**, v. 3, n. 1, 2020.
- SOFO, Adriano; MININNI, Alba Nicoletta; RICCIUTI, Patrizia. Soil macrofauna: A key factor for increasing soil fertility and promoting sustainable soil use in fruit orchard agrosystems. **Agronomy**, v. 10, n. 4, p. 456, 2020.
- SOUZA, Ana Cláudia de; ALEXANDRE, Neusa Maria Costa; GUIRARDELLO, Edinêis de Brito. Psychometric properties in instruments evaluation of reliability and validity. **Epidemiologia e serviços de saúde**, v. 26, p. 649-659, 2017.
- SOUZA, D. C.; NASCIMENTO JUNIOR, A. F. Jogos didático-pedagógicos ecológicos: uma proposta para o ensino de ciências, ecologia e educação ambiental. In: **Anais do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2005, p. 1-12.
- TRAVASSOS, Edson Gomes. A prática da educação ambiental nas escolas. Porto Alegre: **Mediação**, 2006.
- TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 97-114, 2015.
- TURNER, Benjamin L. Soil as an archetype of complexity: a systems approach to improve insights, learning, and management of coupled biogeochemical processes and environmental externalities. **Soil Systems**, v. 5, n. 3, p. 39, 2021.
- URBAŃSKA, Magdalena et al. Environmental threats and geographical education: Students' sustainability awareness—Evaluation. **Education Sciences**, v. 12, n. 1, p. 1, 2021.

- URBAŃSKA, Magdalena; CHARZYŃSKI, Przemysław; ŚWITONIAK, Marcin. Rusty soils–“Lost” in school education. **Soil Science Annual**, v. 72, n. 4, p. 1-10, 2021a.
- VOGEL, Hans-Jörg et al. A systemic approach for modeling soil functions. **Soil**, v. 4, n. 1, p. 83-92, 2018.
- VOS, Michiel et al. Micro-scale determinants of bacterial diversity in soil. **FEMS microbiology reviews**, v. 37, n. 6, p. 936-954, 2013.
- WAGG, Cameron et al. Mycorrhizal fungal identity and diversity relaxes plant–plant competition. **Ecology**, v. 92, n. 6, p. 1303-1313, 2011.
- WAGG, Cameron et al. Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 14, p. 5266-5270, 2014.
- YIN, Caichun; ZHAO, Wenwu; PEREIRA, Paulo. Soil conservation service underpins sustainable development goals. **Global Ecology and Conservation**, v. 33, p. e01974, 2022.
- ZHUANG, Yanhua et al. Research trends and hotspots in soil erosion from 1932 to 2013: a literature review. **Scientometrics**, v. 105, n. 2, p. 743-758, 2015.

APÊNDICE A

Artefato para Professores



Prezados(as) Professores(as),

Este material integra o Kit “**Explorando os Heróis do Solo**”, desenvolvido com o objetivo de oferecer uma proposta metodológica alternativa e inovadora para o ensino de **Biologia do Solo** na Educação Básica, com foco nos anos finais do Ensino Fundamental (6º ao 9º ano) e no Ensino Médio.

A elaboração deste material surgiu a partir da identificação de lacunas na abordagem do ambiente edáfico nos currículos escolares, apesar de sua importância fundamental. O solo, enquanto ambiente vivo e dinâmico, desempenha um papel crucial na manutenção dos ecossistemas, especialmente no atual contexto de mudanças ambientais e da crescente necessidade de conservação dos recursos naturais.

Pensando não apenas na formação dos estudantes, este material também busca contribuir para o desenvolvimento profissional dos(as) docentes, oferecendo suporte teórico e prático sobre a Biologia do Solo, seus principais componentes e processos. A intenção é promover reflexões e ampliar as possibilidades de diálogo em sala de aula, estimulando uma aprendizagem contextualizada, interdisciplinar e ambientalmente consciente.

Convido-os(as) a explorar este ambiente fascinante e essencial sob as lentes da Biologia, reconhecendo a importância dos seres vivos que habitam o solo e sua relação direta com a sustentabilidade da vida no planeta.



Bons estudos e boas descobertas!

POR QUE FALAR SOBRE O SOLO ?

As discussões atuais sobre os distúrbios ambientais tendem a se concentrar majoritariamente nos oceanos e na atmosfera, muitas vezes negligenciando o solo como um componente igualmente sensível e impactado por essas alterações.



Processos como salinização, contaminação por metais pesados e resíduos tóxicos, desertificação, lixiviação, erosão e os efeitos das mudanças climáticas comprometem diretamente a integridade dos componentes bióticos e abióticos dos solos.



Esses distúrbios não apenas afetam a qualidade dos solos, como também colocam em risco sua capacidade de desempenhar funções essenciais para os ecossistemas e para a sobrevivência humana.



O QUE É O SOLO?

O solo é um corpo natural, dinâmico e heterogêneo, composto por frações sólidas, líquidas, gasosas, bióticas e abióticas, cujos componentes interagem de maneira integrada (Brady & Weil, 2009).



<https://www.jfertilizantes.com.br>

Essa complexa rede de interações garante a estabilidade, o equilíbrio e a manutenção do ambiente edáfico, que desempenha um papel fundamental como suporte da biosfera e de suas dinâmicas ecológicas.

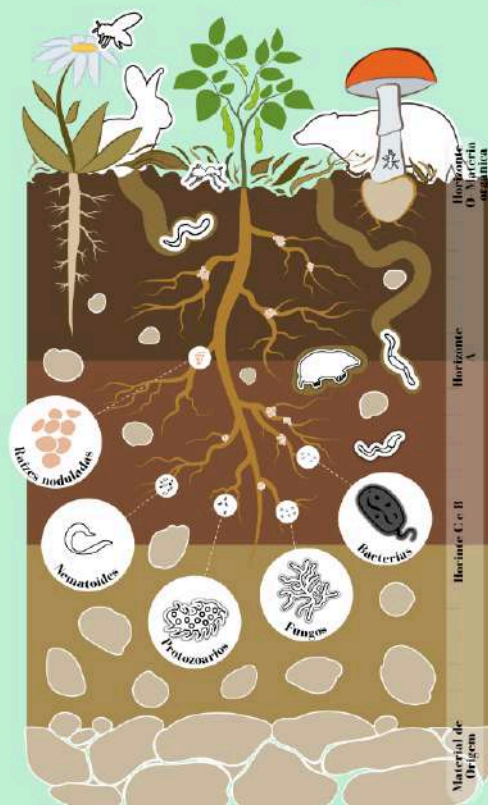


<https://www.fao.org>

O solo, enquanto sistema complexo constituído por múltiplos componentes, possui elevada relevância tanto ambiental quanto antrópica, desempenhando um papel vital nos ecossistemas e nas atividades humanas.

O SOLO COMO SISTEMA VIVO

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2015), o solo deve ser compreendido como um sistema vivo, dinâmico e multifuncional, formado por uma matriz heterogênea que integra frações minerais, matéria orgânica, água, ar e uma abundante diversidade de organismos vivos.



Adaptado de FAO (2022)

O solo abriga uma complexa rede de interações ecológicas que ocorrem entre os organismos que o habitam. **Mutualismo, competição, predação, parasitismo, comensalismo e amensalismo** são fundamentais para a regulação das comunidades edáficas e para o funcionamento dos processos biológicos no solo (Moreira e Siqueira, 2006). Essas interações influenciam diretamente na estruturação do ambiente edáfico como um sistema vivo e funcional.

FATORES QUE AFETAM OS ORGANISMOS DO SOLO

O ambiente edáfico, enquanto sistema vivo, é regulado por uma série de fatores abióticos que influenciam diretamente a sobrevivência, atividade metabólica, diversidade e distribuição dos organismos que habitam o solo.



Substratos e fontes de energia: A qualidade e a quantidade dos substratos determinam o tipo e a abundância de organismos presentes.

Gases: Oxigênio (O_2), dióxido de carbono (CO_2) e óxidos de nitrogênio (NO_3) estão diretamente relacionados à respiração dos organismos e aos ciclos biogeoquímicos, o que influencia nos tipos de processos metabólicos predominantes.

Água: Fator crítico para os organismos edáficos, influenciando tanto a composição quanto a abundância da comunidade biológica, além de afetar a mobilidade da macrofauna e da mesofauna.

pH: Regula a solubilidade de nutrientes e impacta a estrutura da comunidade microbiana. Solos muito ácidos ou muito alcalinos tendem a controlar a diversidade biológica, favorecendo grupos mais tolerantes e inibindo outros sensíveis às variações no pH.

Em conjunto, esses fatores abióticos moldam a estrutura e a funcionalidade da biota do solo, demonstrando que a dinâmica do ambiente edáfico depende de um equilíbrio delicado entre suas propriedades físicas, químicas e biológicas (Rabot et al., 2018; Basset et al., 2023).



QUEM SÃO OS HERÓIS DO SOLO?

MACROFAUNA

>2mm

Aeração e hidratação do solo, fragmentação e distribuição da matéria orgânica, bioturbação

Sofo et al., 2020



MESOFAUNA

<2mm

Controle biológico, fragmentação e impregnação da matéria orgânica, humificação

Berude et al., 2015

MICROFAUNA

até 100µm

Controle biológico de fungos e bactérias, interação com a flora e alteração na ciclagem de nutrientes

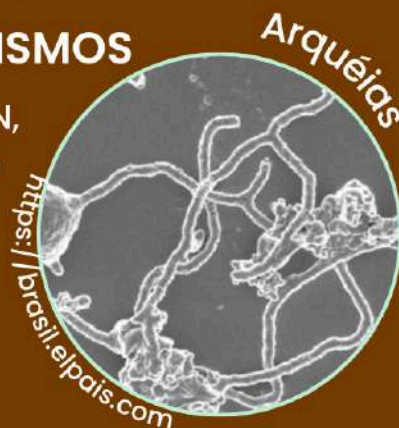
Correia & Oliveira, 2000



QUEM SÃO OS HERÓIS DO SOLO?

MICROORGANISMOS

Metanogênese, ciclagem de N, oxidação de H_2SO_4 , remoção de S orgânico

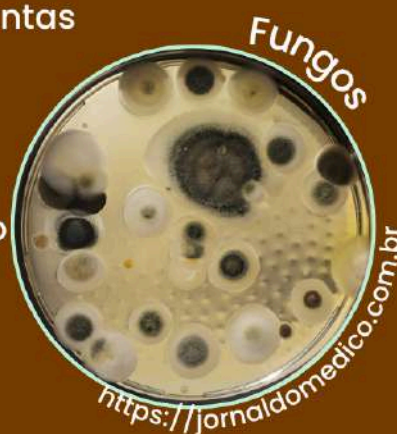


Bactérias

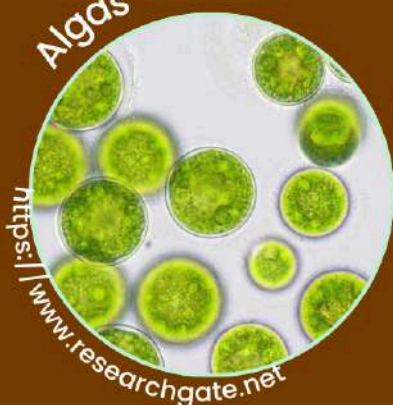


Ciclagem de nutrientes, decomposição da matéria orgânica, estabilização de agregados, crescimento de plantas

Degradação de moléculas orgânicas complexas, formação de húmus, formação e manutenção de agregados



Algas



Colonização de rochas e áreas degradadas, incorporação de C no solo, estabilização de agregados

Reciclagem da matéria orgânica, controle de populações bacterianas

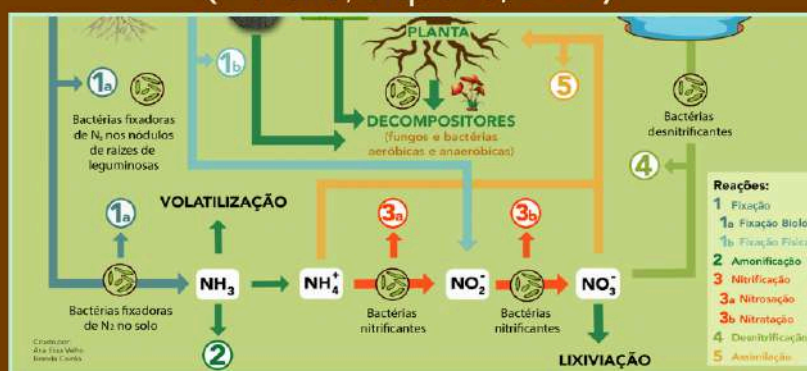


Moreira; Siqueira, 2006; Coban et al., 2022.

PRINCIPAIS AÇÕES DOS MICRORGANISMOS DO SOLO

FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

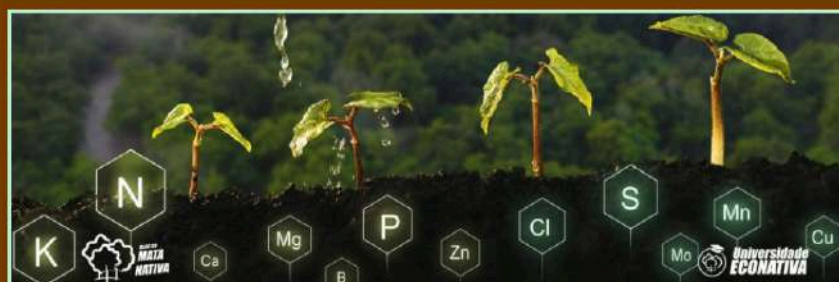
A fixação biológica de nitrogênio é um processo regido por bactérias de vida livre e simbióticas do solo, as quais são capazes de converter o nitrogênio atmosférico (N_2) em formas assimiláveis, como o amônio (NH_4^+). A FBN garante a ciclagem do N e contribui significativamente para a fertilidade dos solos (Moreira; Siqueira, 2006).



<https://ilsabrazil.com.br>

CICLAGEM DE NUTRIENTES

Os microrganismos desempenham papel central na ciclagem de nutrientes, promovendo a decomposição da matéria orgânica e a mineralização de elementos como carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre. Fungos e bactérias decompõem resíduos e liberam nutrientes que podem ser absorvidos pelas plantas (Bertrand et al., 2015).

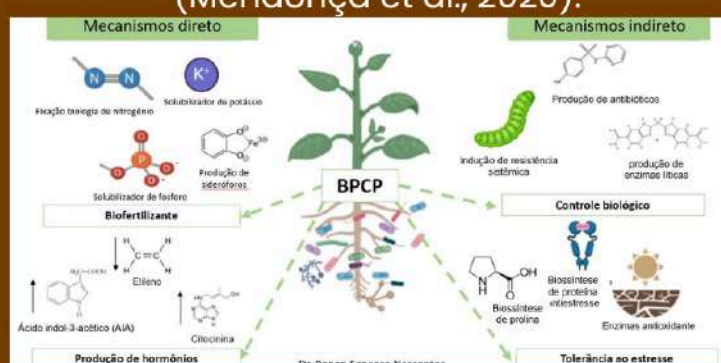


<https://matanativa.com.br>

PRINCIPAIS AÇÕES DOS MICRORGANISMOS DO SOLO

PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DE PLANTAS

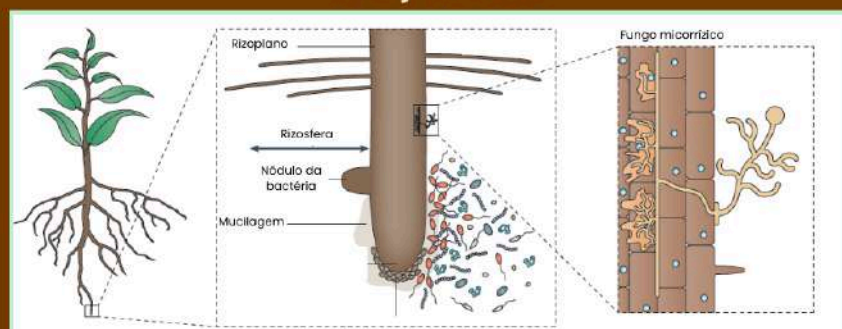
As bactérias promotoras de crescimento vegetal desenvolvem mecanismos diretos e indiretos que contribuem para o desenvolvimento saudável das plantas e a sustentabilidade da produção agrícola (Mendonça et al., 2020).



Dr. Renan Fonseca Nascentes

SIMBIOSE MICORRÍZICA

As micorrizas são associações simbióticas entre fungos do solo e raízes de plantas em que os fungos ampliam a área de absorção das raízes, favorecendo a captação de água e nutrientes, principalmente fósforo, enquanto recebem carboidratos da planta. Essa interação melhora a nutrição vegetal, aumenta a tolerância a estresses ambientais e contribui para a saúde geral do ecossistema (Van der Heidjen, 2015).



Adaptado de www.nature.com

LACUNAS NO ENSINO DE BIOLOGIA DO SOLO

ABORDAGEM SUPERFICIAL E TECNICISTA DO SOLO NA BNCC E NOS LIVROS DIDÁTICOS

DESVALORIZAÇÃO DO SOLO COMO TEMA INTEGRADOR E TRANSVERSAL NO CURRÍCULO ESCOLAR



AUSÊNCIA DE PROPOSTAS DIDÁTICAS, MATERIAIS LÚDICOS E ATIVIDADES PRÁTICAS RELACIONADAS À BIOLOGIA DO SOLO

FALTA DE MENÇÃO À BIODIVERSIDADE DO SOLO E ÀS FUNÇÕES ECOLÓGICAS DOS ORGANISMOS EDÁFICOS

FORMAÇÃO DOCENTE DEFICITÁRIA;
CRONOGRAMA ESCOLAR LIMITANTE; FALTA DE RECURSOS

KIT “EXPLORANDO OS HERÓIS DO SOLO”

O Kit “Explorando os Heróis do Solo” conta com 6 artefatos que possibilitam uma abordagem contextualizada, lúdica e sistêmica sobre o Solo, suas funções e os organismos que o habitam.

ARTEFATO 1

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Objetivo: Identificar o que os estudantes entendem sobre o solo e suas funções no meio ambiente a partir de questionário no Kahoot

Aplicação: O questionário pode ser aplicado de forma remota, por compartilhamento do link em grupos de alunos, ou pode ser transmitido em projetor ou TV para ser dialogado em sala de aula.



ARTEFATO 2

TEXTO “O SOLO É VIVO?”

Objetivo: Apresentar o conceito de solo, seus principais componentes, suas funções no ecossistema e como ele é definido como um sistema vivo.

Aplicação: O texto deve ser aplicado em sala de aula, com leitura coletiva, e os alunos devem destacar os pontos que acharem mais relevantes.



ARTEFATO 3

CAÇA-CRUZADAS DO SOLO

Objetivo: Reforçar os conteúdos abordados no texto “O solo é vivo?” por meio de caça-palavras e palavras cruzadas.

Aplicação: Os materiais devem ser impressos e respondidos em grupos, ou apresentado em TV ou projetor para ser respondido coletivamente.



KIT "EXPLORANDO OS HERÓIS DO SOLO"

ARTEFATO 4

FOLDER "O SOLO COMO HABITAT"

Objetivo: Apresentar os organismos que vivem no solo, suas funções e as relações ecológicas encontradas neste ambiente.



Aplicação: O Folder pode ser impresso ou transmitido em TV ou projetor de acordo com as possibilidades da instituição. Os alunos devem destacar as classificações da biota do solo e suas principais funções.

ARTEFATO 5

VÍDEO "EXPLORANDO OS HERÓIS DO SOLO"

Objetivo: Explorar a microbiota do solo e algumas de suas principais funções no ecossistema a partir de um vídeo produzido para a rede social "Tik Tok".



Aplicação: O vídeo pode ser compartilhado em grupos de redes sociais de alunos ou transmitido em projetor ou TV em sala de aula.

ARTEFATO 6

PAINÉIS INTERATIVOS "SOLO-PLANTA-ATMOSFERA"

Objetivo: Retomar os conteúdos vistos nos outros artefatos de forma sistêmica e interativa.

Aplicação: Os painéis devem ser dispostos em branco, apenas com as plantas já inseridas, para que os alunos insiram elementos da atmosfera e do solo de acordo com as características de cada planta disposta. Nesta etapa, conceitos sobre ciclos biogeoquímicos, ações antrópicas e mudanças ambientais devem ser abordados com enfoque nas influências sob o ambiente edáfico e suas dinâmicas.



POR QUE ENSINAR BIOLOGIA DO SOLO?

Ensinar Biologia do Solo é uma necessidade urgente no contexto da Educação Básica, considerando a relevância ambiental, ecológica e social que o solo possui. Incorporar a Biologia do Solo à prática pedagógica significa despertar nos estudantes a compreensão de que o solo é um sistema vivo, complexo e dinâmico, que abriga uma imensa diversidade de organismos fundamentais para o funcionamento dos ecossistemas.

A inserção da Biologia do Solo no ensino é uma estratégia poderosa para promover educação ambiental crítica e transformadora, pois permite discutir temas como degradação do solo, uso sustentável da terra, conservação da biodiversidade edáfica e os impactos das ações humanas sobre o ambiente. Ao compreenderem a importância da fauna e dos microrganismos do solo, os estudantes passam a reconhecer o solo não apenas como suporte físico para as plantas, mas como um componente essencial para a vida.

Formar cidadãos conscientes sobre a importância dos solos contribui para a construção de uma sociedade mais comprometida com a conservação dos recursos naturais e com o uso racional da terra. Essa abordagem favorece também a interdisciplinaridade, pois envolve conteúdos de Biologia, Química, Física, Geografia e Ciências da Terra, fortalecendo a integração entre áreas do conhecimento e a formação de pensamento sistêmico.

Portanto, o ensino da Biologia do Solo é uma ferramenta essencial para educar para a sustentabilidade, formar cidadãos ambientalmente responsáveis e contribuir para a conservação do planeta.



REFERÊNCIAS:

- BASSET, CHRISTELLE ET AL. HOW DOES SOIL STRUCTURE AFFECT WATER INFILTRATION? A META-DATA SYSTEMATIC REVIEW. **SOIL AND TILLAGE RESEARCH**, V. 226, P. 105577, 2023.
- BERUDE, MARCIANA ET AL. A MESOFAUNA DO SOLO E SUA IMPORTÂNCIA COMO BIOINDICADORA. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, V. 11, N. 22, 2015.
- BERTRAND, JEAN-CLAUDE ET AL. BIOGEOCHEMICAL CYCLES. ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY: FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS: **MICROBIAL ECOLOGY**, P. 511-617, 2015.
- BRADY, NYLE C.; WEIL, RAY R. ELEMENTOS DA NATUREZA E PROPRIEDADES DOS SOLOS. **BOOKMAN EDITORA**, 2009.
- COBAN, OKSANA; DE DEYN, GERLINDE B.; VAN DER PLOEG, MARTINE. SOIL MICROBIOTA AS GAME-CHANGERS IN RESTORATION OF DEGRADED LANDS. **SCIENCE**, V. 375, N. 6584, P. ABE0725, 2022.
- CORREIA, M. E. F.; DE OLIVEIRA, L. C. M. **FAUNA DE SOLO: ASPECTOS GERAIS E METODOLÓGICOS**. 2000.
- FAO. **STATUS OF THE WORLD'S SOIL RESOURCES** (2015).
- MENDONÇA, JOHNY JESUS ET AL. DIVERSIDADE, MECANISMOS DE ATUAÇÃO E POTENCIAL AGRÍCOLA DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO DE PLANTAS, USANDO MILHO COMO CULTURA EXEMPLO. PESQUISA AGROPECUÁRIA PERNAMBUCANA, V. 25, N. 2, 2020.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. MICROBIOLOGIA E BIOQUÍMICA DO SOLO. LAVRAS: ED. **UFLA**, P 626, 2006.
- RABOT, EVA ET AL. SOIL STRUCTURE AS AN INDICATOR OF SOIL FUNCTIONS: A REVIEW. **GEODERMA**, V. 314, P. 122-137, 2018.
- SOFO, ADRIANO; MININNI, ALBA NICOLETTA; RICCIUTI, PATRIZIA. SOIL MACROFAUNA: A KEY FACTOR FOR INCREASING SOIL FERTILITY AND PROMOTING SUSTAINABLE SOIL USE IN FRUIT ORCHARD AGROSYSTEMS. **AGRONOMY**, V. 10, N. 4, P. 456, 2020.
- VAN DER HEIJDEN, MARCEL GA ET AL. MYCORRHIZAL ECOLOGY AND EVOLUTION: THE PAST, THE PRESENT, AND THE FUTURE. **NEW PHYTOLOGIST**, V. 205, N. 4, P. 1406-1423, 2015.

ARTIGOS COMPLEMENTARES:

ANDREOLI, Cleverson V.; ANDREOLI, F. D. N.; JUSTI JUNIOR, Jorge. **Formação e características dos solos para o entendimento de sua importância agrícola e ambiental**. Complexidade: redes e conexões do ser sustentável. 1ed. Curitiba: SENAR/PR, p. 511-530, 2014.

BARETTA, Dilmar *et al.* **Fauna edáfica e qualidade do solo**. Tópicos Ci Solo, v. 8, p. 119-70, 2011.

BERENDSEN, Roeland L.; PIETERSE, Corné MJ; BAKKER, Peter AHM. **The rhizosphere microbiome and plant health**. Trends in plant science, v. 17, n. 8, p. 478-486, 2012.

CARDOSO, Mariana. **O solo e suas inúmeras funções**. 2017.

GLICK, Bernard R. *et al.* **Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications**. Scientifica, v. 2012, 2012.

MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜRMER, S. L. (Eds.). **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal**. Lavras: Editora da UFLA, p. 185-200. 2013.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Ed. UFLA, p 626, 2006.

APÊNDICE B

Artefato para alunos





O kit didático ‘Explorando os Heróis do Solo’ foi concebido como uma proposta metodológica inovadora, com o objetivo de suprir lacunas identificadas no ensino de Biologia do Solo na Educação Básica. Através de materiais interativos e atividades lúdicas, busca-se promover a aprendizagem ativa e contextualizada, aproximando os estudantes da compreensão do solo como um sistema vivo e essencial à sustentabilidade do planeta. O kit é estruturado de forma sequencial e pode ser adaptado a realidade de cada turma. A duração de aplicação pode variar, mas o ideal é que seja feita em 2 aulas de 50 minutos.



ARTEFATO 1

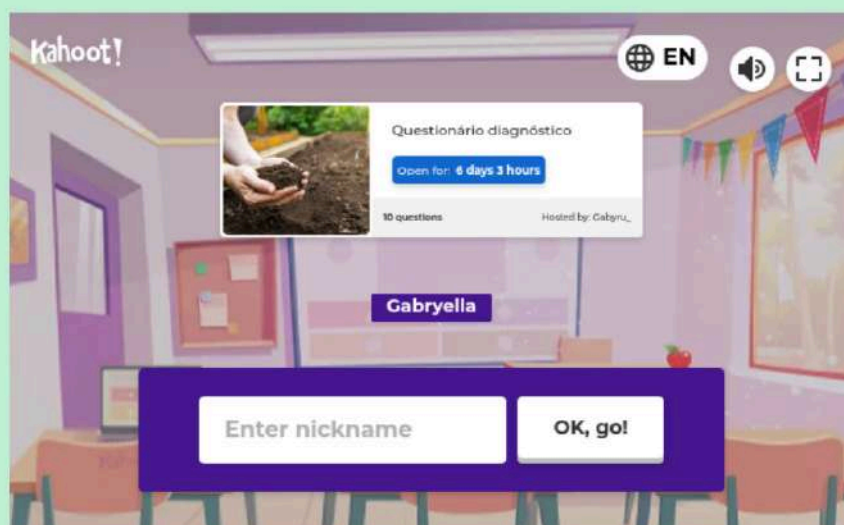
QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Objetivo Pedagógico: Levantar conhecimentos prévios dos estudantes sobre o solo.

Conteúdos abordados: Conceito de solo, funções ecológicas, biota do solo e sustentabilidade

Materiais: Computador, Celular, Projetor ou TV com acesso a internet

Tempo estimado: Aplicação remota. 10 minutos se aplicado em sala



CLIQUE NA IMAGEM PARA SER DIRECIONADO AO MATERIAL COMPLETO!

- Também pode ser impresso ou convertido em quiz analógico para turmas com limitação digital.

ARTEFATO 2

TEXTO "O SOLO É VIVO?"

Objetivo pedagógico: Introduzir o conceito de solo como um sistema vivo, estabelecendo relações entre componentes e funções no meio ambiente.

Conteúdos abordados: Conceito de solo, formação do solo, estrutura do solo e funções ecológicas.

Materiais: Texto impresso ou apresentação em TV/Projeto

Tempo estimado: 30 minutos

O SOLO É VIVO?

Por Gabryella Galvão¹

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
E-mail para correspondência: gabryellamenezesgd@gmail.com

Você já parou para pensar que o solo é muito mais do que apenas uma "terra para plantar"?

Na verdade, ele é um sistema vivo, formado por camadas, partículas, água, ar e uma grande variedade de organismos vivos, que interagem entre si e possibilitam que este ambiente respire, filtre água, recicle nutrientes e dê suporte para a vida na terra.

CLIQUE NA IMAGEM PARA SER DIRECIONADO AO MATERIAL COMPLETO!

- Leitura coletiva com marcação de trechos importantes; pode também haver a separação de parágrafos e grupos de leitura para posterior socialização.

ARTEFATO 3

CAÇA-CRUZADAS DO SOLO

Objetivo pedagógico: Reforçar os conteúdos abordados no texto “O solo é vivo?” de forma lúdica.

Conteúdos abordados: Conceito de solo, formação do solo, estrutura do solo e funções ecológicas.

Materiais: Atividade impressa ou projetor/TV

Tempo estimado: 10 minutos

CAÇA-CRUZADAS DO SOLO

Questões para serem respondidas com palavras no caça-palavras e nas cruzadas:

- 1 Nome do processo que degrada a matéria orgânica do solo
- 2 Tipo de rocha que é formada a partir da fragmentação de outras
- 3 Característica do solo que permite a entrada de água e ar
- 4 Processo que age em rochas e minerais para a formação dos solos
- 5 O solo tem camadas denominadas de
- 6 Fator de formação que influencia na velocidade do intemperismo de rochas
- 7 O solo serve para os organismos como
- 8 Processo que o solo atua e está envolvido com os elementos da Terra

CLIQUE NA IMAGEM PARA SER DIRECIONADO AO MATERIAL COMPLETO!

- Pode ser realizado de forma individual, em grupos ou coletivamente, a depender da dinâmica da turma.

ARTEFATO 4

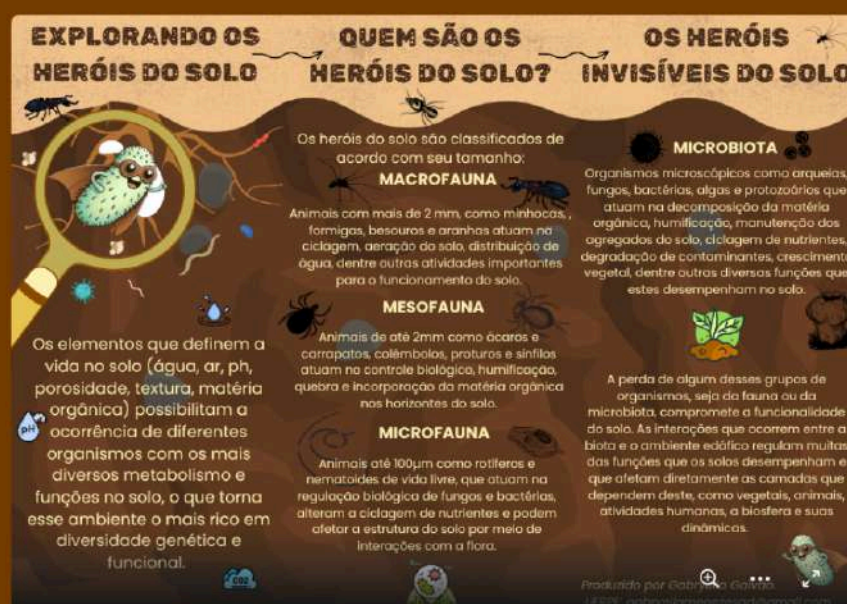
FOLDER “EXPLORANDO OS HERÓIS DO SOLO”

Objetivo Pedagógico: Apresentar os grupos da biota edáfica e suas funções no solo.

Conteúdos abordados: Macrofauna, Mesofauna, Microfauna e Microbiota do solo, e papel dos organismos do solo.

Materiais: Folder impresso ou apresentado em TV/projetor.

Tempo estimado: 10 minutos



CLIQUE NA IMAGEM PARA SER DIRECIONADO AO MATERIAL COMPLETO!

- O material pode ser disponibilizado para grupos de estudantes e estes deverão discutir sobre os organismos presentes no solo e suas principais funções nas dinâmicas edáficas.

ARTEFATO 5

VÍDEO “EXPLORANDO OS HERÓIS DO SOLO”

Objetivo Pedagógico: Explorar a microbiota do solo e suas principais funções e importâncias para o meio ambiente

Conteúdos abordados: Microbiologia do solo e funções ecológicas dos microrganismos do solo

Materiais: Transmissão em TV/projetor

Tempo estimado: 10 minutos (vídeo + discussão)



MATERIAL PRODUZIDO EM AULAS DA DISCIPLINA PTI 5 EM CONJUNTO COM DIOGO GOMES, ISRAEL LIMA E ANA BELTRÃO

- Os alunos devem assistir atentamente e destacar os principais termos, e observar as relações entre o solo e as dinâmicas do meio ambiente

ARTEFATO 6

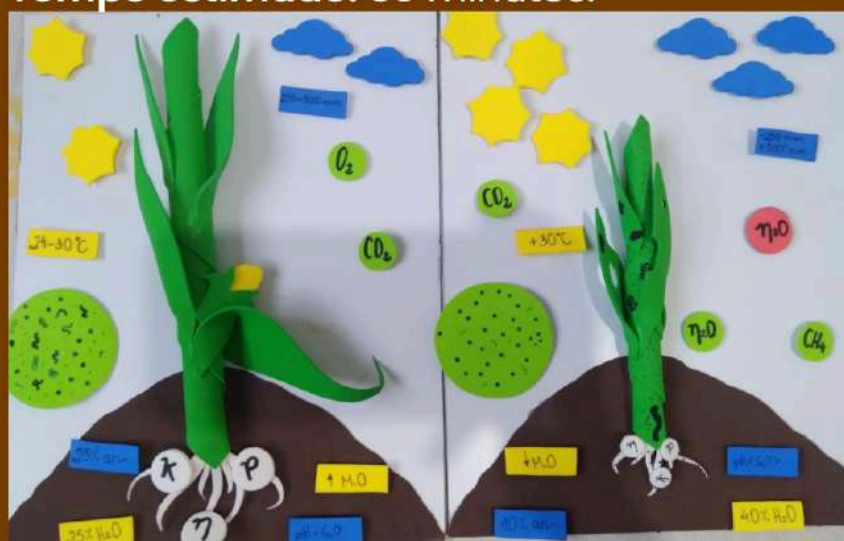
PAINÉIS INTERATIVOS "SOLO-PLANTA-ATMOSFERA"

"Objetivo pedagógico: Sistematizar o conteúdo visto nos artefatos anteriores e observar o solo de forma sistêmica e suas interações com as plantas e a atmosfera.

Conteúdos abordados: Ciclos Biogeoquímicos, interações entre o solo e a atmosfera, biologia do solo e preservação do solo

Materiais: Painéis interativos

Tempo estimado: 30 minutos.



MATERIAL PRODUZIDO EM AULAS DA DISCIPLINA DE PTI 5 EM CONJUNTO COM DIOGO GOMES, ISRAEL LIMA E ANA BELTRÃO

- Os painéis devem ser dispostos em branco, apenas com as plantas inseridas, e os alunos devem adicionar os elementos e discutirem as características edáficas e atmosféricas que resultaram nas diferentes plantas dispostas.

PROPOSTAS DE ATIVIDADES

Para uma melhor internalização do conteúdo estudado através do Kit e compartilhamento dos saberes com a comunidade, as seguintes atividades podem ser desenvolvidas:

- Visita a horta da escola, coleta de solo e observação e isolamento de organismos do solo com materiais acessíveis;
- Exposição “Explorando os Heróis do Solo”: Os alunos deverão produzir artefatos como cartazes, poemas, colagens, esculturas, maquetes, podcasts e vídeos que apresentem sobre o solo e sua biologia para outras turmas e a comunidade externa à escola;
- Desenvolvimento de jogos digitais ou de tabuleiro que tratem sobre os organismos do solo, relações ecológicas e as interações entre o ambiente edáfico e as outras esferas da biosfera (atmosfera e ambientes aquáticos).
- Montagem de caixas biológicas com diferentes solos: Aquários com solos diferentes para observar o desenvolvimento e a atividade de organismos.
- Isolamento de organismos do solo: Utilizar os solos do entorno da escola para isolar fungos e bactérias. Utilizar laboratório de ciências.



AO FIM DA APLICAÇÃO DO KIT, ESPERA-SE QUE OS ALUNOS:



- Reconheçam o solo como um sistema vivo, compreendendo que ele é formado por partes físicas, químicas e biológicas que interagem para sustentar a vida na Terra.
- Identifiquem os principais grupos de organismos do solo, entendendo suas funções ecológicas e sua importância para o equilíbrio ambiental.
- Relacionem conceitos de formação, estrutura e funções do solo com situações reais do dia a dia, como conservação ambiental, poluição do solo e mudanças climáticas.
- Desenvolvam atitudes de cuidado e responsabilidade socioambiental, reconhecendo a necessidade de práticas sustentáveis para conservação do solo.
- Fortaleçam competências de pesquisa, análise e síntese, a partir da leitura de textos, discussão de conceitos e elaboração de materiais autorais, integrando diferentes áreas do conhecimento.



APÊNDICE C

Links para os materiais na íntegra

Material para professores:

https://www.canva.com/design/DAGrTLa4_JE/8WebiX4KDcfTlhOXfdY7Kg/edit?utm_content=DAGrTLa4_JE&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Material para alunos:

https://www.canva.com/design/DAGraii-VHE/ibBor402rcgscTrSRbv2vA/edit?utm_content=DAGraii-VHE&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton