

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAVAÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR - PPIFOR**

JUCELI STELA VOLPATO MEIRA

**UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA
PARA O ESTUDO DO SOLO NO ENSINO FUNDAMENTAL II**

JUCELI STELA VOLPATO MEIRA

**PARANAVAÍ
2023**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAVÁÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR – PPIFOR**

**UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA
PARA O ESTUDO DO SOLO NO ENSINO FUNDAMENTAL II**

JUCELI STELA VOLPATO MEIRA

**PARANAVÁÍ
2023**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAVÁI
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR - PPIFOR**

**UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O
ESTUDO DO SOLO NO ENSINO FUNDAMENTAL II**

Dissertação apresentada por Juceli Stela Volpato Meira, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Paraná – Campus de Paranavaí, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino.

Área de Concentração: Formação docente interdisciplinar.

Orientadora: Prof^(a). Dr(a).: Shalimar Calegari Zanatta

Meira, Juceli Stela Volpato

Uma unidade de ensino potencialmente significativa para o estudo do solo no ensino fundamental II / Juceli Stela Volpato Meira. -- Paranavai-PR, 2023.

71 f.: il.

Orientador: Shalimar Calegari Zanatta.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em Ensino: "Formação Docente Interdisciplinar") -- Universidade Estadual do Paraná, 2023.

1. Solo. 2. Aprendizagem significativa. 3. Unidade de ensino potencialmente significativa. 4. Ensino Fundamental II. I - Zanatta, Shalimar Calegari (orient). II - Título.

JUCELI STELA VOLPATO MEIRA

**UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O
ESTUDO DO SOLO NO ENSINO FUNDAMENTAL II**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Shalimar Calegari Zanatta (Orientadora) –
UNESPAR/Paranavaí

Prof. Dra. Zelia Ferreira Caçador Anastácio- Universidade do
Minho – Portugal/Braga

Prof. Dra. Adriana da Silva Fontes – UTFPR – Campo Mourão

Data de Aprovação:

26/05/2023.

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre me incentivaram a buscar o conhecimento e me apoiaram em todas as fases da minha vida acadêmica.

Dedico, ainda, ao meu esposo e meus filhos que, ao longo do caminho, me acompanharam, motivaram e inspiraram com paciência. Sem o amor, a paciência e o apoio incondicional de vocês, eu não estaria aqui hoje, comemorando a conclusão deste trabalho.

Enfim, este trabalho é dedicado a todos aqueles que acreditaram em mim e me ajudaram a realizar um dos maiores sonhos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente expresso aqui meus sinceros agradecimentos a Deus, que me sustenta e abençoa para alcançar tudo que tenho sonhado, sem Ele nada teria conseguido.

Agradeço à minha família pelo constante apoio, incentivo e compreensão durante todo o processo. Quão importante e gratificante é a presença de meus pais, Vanilde e Valdir em minha vida, e tudo o que sou e conquistei foi graças a eles. Agradeço por me ensinarem a importância do conhecimento e da educação, e por sempre me encorajar a buscar meus sonhos e objetivos. Vocês foram minha inspiração e motivação durante todo o processo.

Aos meus irmãos Wilson, Denis e Suelen e suas famílias, minha profunda gratidão por todo o apoio, amor e incentivo que me deram. Sou muito grata por ter irmãos tão incríveis como vocês, espero que eu possa retribuir todo o amor e suporte que vocês me deram ao longo dos anos.

Meu esposo, Kleber, obrigado pelo constante apoio, amor e paciência durante a conclusão deste projeto. Sei que não foi fácil, mas com seu encorajamento e incentivo, eu consegui superar as dificuldades e alcançar meus objetivos acadêmicos. Sua compreensão e apoio emocional foram essenciais para que eu pudesse me concentrar na pesquisa e na escrita desta dissertação. Sem sua ajuda, eu não teria sido capaz de concluir. Agradeço por ser meu companheiro de vida e por sempre me apoiar em todos os aspectos. Seu amor e dedicação são a base da minha felicidade e realização pessoal.

Meus queridos filhos, Nicolay e Benjamin, agradeço por compreenderem minha ausência em alguns momentos, e por respeitarem meu espaço e tempo dedicados aos estudos. Vocês foram uma fonte constante de motivação e inspiração para mim, e sou muito grata por ter filhos tão maravilhosos como vocês. Espero que um dia vocês possam entender a importância do conhecimento e da educação em suas próprias vidas. Amo até o infinito!

Meus amigos, gostaria de expressar minha sincera gratidão a vocês por todo o apoio e incentivo durante minha jornada acadêmica. Eu sou muito grata por ter amigos tão maravilhosos como vocês em minha vida.

A minha orientadora Prof.^a Dra. Shalimar Calegari Zanatta, muito obrigado por sua orientação, incentivo e dedicação durante todo o processo de estudo no mestrado e na elaboração desta dissertação. Sem a sua experiência e orientação, eu não teria sido capaz de concluir este trabalho. Além disso, quero agradecer por sempre estar disponível para esclarecer minhas dúvidas e responder minhas perguntas. Sua paciência e disposição em me ajudar foram essenciais para o meu aprendizado. Sou grata pela confiança que você depositou em mim. Seus ensinamentos e conselhos serão úteis para mim em minha carreira acadêmica e profissional.

Agradeço a banca, Prof.^a Dra. Zelia Ferreira Caçador Anastácio e Prof.^a Dra. Adriana da Silva Fontes por compartilharem seus conhecimentos e habilidades, além de me guiar no processo de escrita. Suas sugestões e críticas construtivas foram fundamentais para o desenvolvimento do trabalho.

Agradeço aos professores e colegas de curso que contribuíram com suas ideias e sugestões, além de incentivar e motivar a minha busca pelo conhecimento.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, seja por meio de uma palavra de incentivo ou por um gesto de apoio.

Sem o apoio dessas pessoas, não seria possível. Mais uma vez, muito obrigado a todos!

“Se pedires, Deus te dará. Se buscares, Deus te fará encontrar. Se bateres, Deus te abrirá as portas. Pois tudo o que pedes, recebes de Deus. O que buscas, encontrarás em Deus e a quem bate, Deus abrirá todas as portas.”

(Santo Evangelho)

MEIRA, Juceli Stela Volpato. **Uma unidade de ensino potencialmente significativa para o estudo do solo no ensino fundamental II.** 71 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade Estadual do Paraná – Campus de Paranavaí. Orientador: Shalimar Calegari Zanatta. Paranavaí, 2023.

RESUMO

Este trabalho é o resultado de uma pesquisa vinculada ao Programa de Formação docente PPIFOR da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR. Trata-se da elaboração e aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, denominada UEPS, para estudantes do sétimo ano do Ensino Fundamental II. A UEPS se fundamenta na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, ou TAS e objetiva promover a aprendizagem significativa, AS dos conteúdos relacionados ao tema: “solo”. Como apontado pela Base Nacional Comum Curricular, BNCC, o tema “solo” é interdisciplinar e se relaciona com a saúde pública, meio ambiente, manutenção e preservação da vida, sustentabilidade, entre outros. Assim, num primeiro momento utilizamos a pesquisa bibliográfica para subsidiar os pressupostos teóricos para elaboração da UEPS e, posteriormente a pesquisa ação para avaliar os resultados da aplicação da mesma, na turma escolhida. Os resultados apontam que a TAS é uma teoria de aprendizagem eficiente para promover a AS e, conseqüentemente promover o letramento científico, LC caracterizado pela formação crítica sobre os valores ambientais. Os alunos mostraram ter assimilado as principais preocupações com o manejo do solo para manutenção de suas propriedades físicas, químicas e biológicas e, como estas propriedades estão relacionadas com o desenvolvimento tecnológico e econômico.

Palavras-chave: TAS; UEPS; Solos; Ensino Fundamental.

MEIRA, Juceli Stela Volpato. Sobrenome, nome do autor. **A potentially significant teaching unit for the study of soil in elementary school II.** 71 f. Dissertation (Master in Teaching) – State University of Paraná. Supervisor: Shalimar Calegari Zanatta. Paranavaí, 2023.

ABSTRACT

This work is the result of research linked to the Teacher Training Program (PPIFOR) at the Paraná State University - UNESPAR. It's about the development and implementation of a Potentially Meaningful Teaching Unit, called UEPS, for students in the seventh year of Elementary School. The UEPS is based on Ausubel's Theory of Meaningful Learning, or TAS and aims to promote meaningful learning, AS of content related to the theme: "soil". As pointed out by the National Common Curricular Base, BNCC, the theme "soil" is interdisciplinary and relates to public health, environment, maintenance and preservation of life, sustainability, among others. Therefore, at first, we used bibliographic research to support the theoretical assumptions for the elaboration of the UEPS and, subsequently, the action research to evaluate the results of its implementation in the chosen class. The results indicate that TAS is an efficient learning theory to promote AS and, consequently, promote scientific literacy, LC characterized by critical training on environmental values. However, the students showed that they had absorbed the main concerns with soil management to maintain its physical, chemical, and biological properties, and such as these properties are related to technological and economic development.

Keywords: TAS; UEPS; Soils; Elementary School.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – O ESTADO DA ARTE	15
2.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS	15
2.2 O MOVIMENTO CONSTRUTIVISTA	19
2.3 TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL - TAS	22
2.3.1 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS)	26
2.4 A CARACTERIZAÇÃO DO SOLO – CONCEITOS BÁSICOS	31
2.4.1 A MINERALOGIA DO SOLO	384
2.4.2 TROCA CATIÔNICA DO SOLO - CTC	34
2.4.3 "SOLO" NA BNCC	37
3. ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO	42
3.1 A UEPS	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICES	69
APÊNDICE 1 TEXTO INFORMATIVO	70

1 INTRODUÇÃO

O solo é, comumente, o substrato para o desenvolvimento das plantas e animais. É onde moramos. Sua saúde afeta diretamente a manutenção da vida e a economia. Ele é descrito por características físicas, químicas e biológicas. Como exemplo, as características físicas são descritas pelas cores, textura, granulometria e porosidade. Nas características químicas, falamos em potencial hidrogeniônico - pH, saturação, matéria orgânica, ciclos biogeoquímicos de macronutrientes e micronutrientes. Nas características biológicas, o descrevemos quanto a presença de micro-organismos que atuam diretamente no crescimento das plantas e da vida animal. O conjunto de microrganismos presentes no solo, como fungos, bactérias e vírus é conhecido como microbiota do solo.

O solo tem três fases: sólida, líquida e gasosa em proporções variadas. Isto porque as proporções dependem das condições climáticas, textura e tipo de material que originou a fase sólida. As fases, líquida (água) e gasosa (ar), ocupam os poros que são formados pela agregação das partículas sólidas que podem ter um amplo espectro de volumes.

Como podemos observar pelo exposto acima, o solo é um tema complexo que envolve várias áreas do conhecimento humano. Explorar suas potencialidades econômicas, de forma a preservá-lo para futuras gerações é, um desafio constante que exige cada vez mais conhecimento científico e técnico.

Cabe a escola o papel de transmitir as bases do conhecimento científico para subsidiar a formação de cidadãos críticos, capazes de analisar e explorar os recursos naturais com vistas a sua preservação.

Os documentos norteadores da educação, como exemplo a Base Nacional Comum Curricular – BNCC, chamam isto de alfabetização científica – AC.

A BNCC¹ traz as habilidades e competências que devem ser atingidas pelo professor, quando este aborda um determinado tema ou conteúdo. O referido documento traz o tema “solo” em diferentes momentos, relacionando-o com diversos aspectos do conhecimento científico, possibilitando a construção de uma visão ampla e integrada sobre a dinâmica da Terra e suas interações com os seres vivos.

¹ A Base Nacional Comum Curricular, conhecida como BNCC, é um documento normativo para nortear a educação básica da rede pública e privada. Ela é referência obrigatória para elaboração dos currículos escolares e propostas pedagógicas de toda educação básica brasileira.

Assim, quais conteúdos priorizar e como transmiti-los, dentro dos limites de tempo disponíveis, é um dos desafios que o professor enfrenta no dia a dia da sala de aula.

É exatamente aqui que esta pesquisa se insere. Este trabalho é um recorte sobre quais e como os conteúdos, sobre 'solos', devem ser trabalhados no sétimo ano do Ensino Fundamental II na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Desta forma, no Capítulo 2, trazemos uma revisão bibliográfica, sobre temas pertinentes para a compreensão da construção deste trabalho.

O Capítulo 3 discorre sobre o procedimento metodológico para a elaboração e aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa ou UEPS, numa turma do sétimo ano de uma escola da rede pública e os resultados obtidos para esta dinâmica metodológica.

No Capítulo 4 trazemos as análises e discussões sobre os resultados do processo de elaboração e aplicação da nossa UEPS.

E, por fim, no Capítulo 5, elencamos os principais resultados e as possíveis considerações.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – O ESTADO DA ARTE

Este capítulo objetiva situar o leitor sobre as dificuldades que permeiam o processo ensino e aprendizagem em Ciências da Natureza e suas Tecnologias, apresentar a teoria que fundamentou a elaboração da UEPS, trazer conceitos sobre o solo e como a BNCC trata o tema.

2.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

Em linhas gerais, conforme documentos atuais e norteadores da educação, o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias objetiva formar cidadãos críticos, capacitando-os a compreender as relações entre o homem, a natureza e as tecnologias e, a partir desta compreensão, tomar decisões conscientes.

Estes objetivos estão em completa harmonia com a definição de Alfabetização Científica – AC ou Letramento Científico – LC, utilizados neste trabalho como sinônimos.

No Brasil, a BNCC está em consonância com as avaliações externas, como a realizada pelo PISA². O relatório PISA traz o LC como a capacidade que o ser humano tem para compreender os conceitos das Ciências e, conseguir assim, analisar criticamente o desenvolvimento tecnológico (PISA, 2018).

Hazen e Trefil (1995, p. 12), afirmam que o LC é um saber imprescindível, pois nos torna capazes de participar das polêmicas sociais que abordam as questões de ciência e tecnologia. Esta afirmativa parte do princípio que tais debates requerem “[...] um conjunto de fatos, vocabulários, conceitos, história e filosofia do conhecimento científico” (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p. 3).

Num segundo sentido, o LC é concebido como a capacidade de ler e escrever, no nível da funcionalidade, representando, também, de forma ampliada, a capacidade individual de ler, compreender e expressar opiniões sobre questões científicas (MILLER, 1983, p. 30).

Por outro lado, no Brasil, as políticas públicas negligenciaram e, ainda negligenciam, o ensino de Ciências. A sua obrigatoriedade nos currículos escolares

² PISA - Programme for International Student Assessment ou em Português: - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes é uma avaliação de estudantes na faixa etária dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países.

foi promulgada em 21 de dezembro de 1961, por meio da Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDBEN nº 4.024 (BRASIL, 1961). Esta ação foi vinculada à necessidade de se ampliar o desenvolvimento tecnológico devido ao término da II Guerra Mundial. É importante ressaltar que neste período, se ensinava uma ciência exclusivamente positivista (ROSA e ROSA, 2012).

Com o golpe Militar de 1964 a escola deixou de se preocupar com a formação do cidadão em detrimento da formação do trabalhador. Esta escola foi cancelada pela Lei nº 5.692/71, a qual traduzia qualidade como sinônimo de quantidade dos conteúdos trabalhados.

Com a ampliação, não planejada, do Ensino Fundamental, marcada pela extinção do exame de admissão em 1971³, uma grande parcela de estudantes continuou seus estudos sem ter professor adequadamente preparado para assumir o aumento da demanda das aulas de Ciências (AKSENEN e MIGUEL, 2014).

A inexperiência e escassez do professor de Ciências, levou órgãos governamentais a recorrerem a parcerias internacionais como a *United States Agency for International Development (USAID)*. Sobre isto, Romanelli, destaca:

[...] o setor externo voltou a manifestar-se mais intensa e interessadamente, em princípio, assessorando a própria administração pública nas propostas de modernização destas e criando, através desse assessoramento, as condições prévias para a retomada da expansão eminente. É aqui que entram a cooperação financeira e a assistência técnica prestadas pela AID que, no caso específico da educação, resultaram na série de acordos MEC-USAID (ROMANELLI, 1986, p. 209).

A parceria favoreceu a implantação dos Projetos de ensino, como aqueles desenvolvidos e adotados pelos Estados Unidos da América na década de 1960. O Physical Science Study Committee – PSSC, para o ensino de Física, o Biological Science Curriculum Study – BSCS, para o ensino de Biologia e o Chemical Bond Approach – CBA para o ensino de Química (ROSA e ROSA, 2012).

Estes projetos davam uma conotação integralmente empirista e positivista para a Ciência. O aluno, para aprender, deveria reproduzir experimentos, considerados chaves para a interpretação de um determinado fenômeno. A

³ Os exames de Admissão foram instituídos por meio da Reforma Francisco Campos, em 1931 e vigoraram até 1971. Após quatro anos do curso primário, o aluno deveria ser aprovado no exame de Admissão, (em Português, Aritmética, Geografia e História) para prosseguir com seus estudos. Isto fez com que muitos fossem impedidos de continuar.

observação e o preenchimento das lacunas ou dos questionamentos do caderno de atividades, garantiriam a aprendizagem. Essa metodologia, denominada de “Instrução Programada” influenciou o ensino de Ciências do Brasil e do mundo e se fundamentou em teorias de aprendizagem behavioristas.

O processo de ensino das Ciências, pela Instrução Programada, está inserido no contexto da pedagogia comportamentalista e na crença de que estas áreas do conhecimento se desenvolvem pelo empirismo e se fundamentam no Método Científico (MOREIRA, 2000).

As dificuldades na reprodução dos projetos norte-americanos levaram o Ministério da Educação e Cultura - MEC, a Fundação Nacional do Material Escolar - FENAME e o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino - PREMEN, a desenvolverem novos Projetos de ensino. Nos mesmos moldes, com algumas exceções, os projetos brasileiros também eram organizados em ‘kits’ experimentais, porém, com materiais de baixo custo, manual de instrução e textos com conteúdos fragmentados.

Apesar das controvérsias que envolvem as justificativas para o insucesso dos “Projetos”, o fato é que este método fracassou no Brasil e em outros lugares onde foram adotados.

Para Gaspar (1997) o fracasso dos Projetos pode ser atribuído a expropriação do papel do professor. Nas palavras dele:

Trabalhei com os cinco textos programados do FAI⁴ durante quase dois anos em várias turmas dos três anos do então segundo grau. Foi certamente o período mais frustrante de minha longa carreira de professor. De início, a sensação de minha inutilidade em sala de aula – os alunos, envolvidos em sua interação com o texto, mal notavam a minha presença – era compensada com a expectativa de que, agora sim, eles estariam aprendendo. Nunca os havia visto tão concentrados, lendo, estudando, preenchendo lacunas, alguns até com avidez e entusiasmo. As avaliações pareciam dar indicar bons resultados, mesmo porque abordavam tópicos de conteúdo relativamente curtos e eram repetidas até que os alunos atingissem um nível de acerto considerado satisfatório. Com o tempo, no entanto, percebi que a aprendizagem dos alunos era estranhamente passageira, algo que não se consolidava, uma espécie de “frente de onda” que parecia conter o domínio do aluno de algum fragmento de conteúdo, talvez induzido pelos estímulos recorrentes do próprio

⁴ Projeto elaborado no início da década de 1970 pelo **GETEF** (Grupo de Estudos em Tecnologia de Ensino de Física), composto por professores da rede pública de ensino do Estado de São Paulo, e egressos do Instituto de Física da USP, coordenado pelos Professores Fuad Daher Saad, Paulo Yamamura e Kazuo Watanabe, docentes do Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

texto ou das próprias avaliações. Mas logo o conhecimento adquirido desaparecia praticamente sem deixar rastros. No último bimestre do segundo ano da aplicação da proposta, angustiado e convencido da ineficiência da proposta, voltei às minhas velhas aulas tradicionais e a interagir diretamente com os alunos. Desde então começou a se consolidar em mim a convicção de que não há material ou proposta pedagógica que possa prescindir da ação direta e insubstituível do professor (GASPAR, 1997, p. 5-6).

De acordo com Rosa e Rosa (2012), na década de 80, no Brasil, o ensino de Ciências enfatizava a interdisciplinaridade e cunhava o termo “Ciência/Tecnologia/Sociedade”, conhecido por enfoque CTS.

Compreender como a interdisciplinaridade e o letramento ou alfabetização científica se conectam com os conteúdos e metodologias do processo ensino e aprendizagem de Ciências é um desafio incomensurável, principalmente para o Ensino Fundamental. Zanatta e Leiria (2018), apontam que há completa escassez de artigos científicos que discutam ou direcionem metodologias de ensino para esta etapa e área do conhecimento. Assim, os professores da Educação Fundamental não têm, se quer, respaldo da comunidade acadêmica.

Portanto, a ausência de políticas públicas voltadas para o ensino de Ciências, reforça um ensino fragmentado, mecanicista, positivista e memorístico. Como resultado disto, temos no Brasil, um ensino incipiente, com estudantes incapazes de relacionar o conhecimento da sala de aula com os fenômenos observados no cotidiano ou atuar como cidadãos críticos. Ou pior, não alfabetizados cientificamente e que acreditam e disseminam *Fake News* (ZANATTA *et al.* 2022).

Como professora da educação básica da rede estadual de ensino, no estado do Paraná, na área de Ciências, observo exatamente isto. O conhecimento da sala de aula, mesmo quando considerado ‘aprendido’ pelo aluno, não é transportado para além dos muros escolares. Ou seja, o ensino de Ciências, como observado *in locu*, ou verificado por avaliações externas⁵, não promove o LC do aluno.

Porém, apontar as responsabilidades de cada variável que atua na complexa relação do processo ensino e aprendizagem é impossível dentro desta pesquisa. Mas, podemos inferir que as metodologias de ensino, não isoladamente, assumem um papel protagonista.

⁵ Como exemplo de avaliações externas, podemos citar o PISA, cujo relatório 2018 está disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/relatorio_brasil_no_pisa_2018.pdf Acesso em 4 de Maio de 2023.

Neste trabalho, vamos nos concentrar nesta variável. De acordo com as pedagogias do “aprender a aprender”, as quais encontramos defensores e críticos, o aluno deve assumir o papel de protagonismo da sua própria aprendizagem. Elas defendem que a aprendizagem se dá pela participação ativa dos alunos. Dada a importância que esta crença teve, e ainda tem, nas metodologias de ensino de Ciências, vamos abordar este tema de forma mais detalhada.

2.2 O MOVIMENTO CONSTRUTIVISTA

O Movimento Construtivista, doravante mencionado aqui como construtivismo, surge como forte oposição às metodologias tradicionais, as quais priorizam a transmissão do conhecimento de forma diretiva, do professor para o aluno. Este movimento defende ‘*slogans*’ bem convincentes, mas que, com o tempo, passou a ser cada vez mais restrito, até se esvaziarem de significado.

Uma busca bibliográfica em artigos pertinentes mostra que não há consenso do que seja ‘construtivismo’ nem mesmo entre aqueles que o defendem.

Existem várias correntes construtivistas e não há clareza das suas bases teóricas. Kant, Piaget, Von Glasersfeld, Vygostky, aparecem como se fossem equivalentes e igualmente relevantes.

O construtivismo teve grande influência no campo da pedagogia da década de 90. Tornou-se referência para a orientação da prática pedagógica e para as reformas de ensino de vários países, incluindo o Brasil (SAVIANI, 2010). Para o autor, encontra-se no construtivismo a teoria que veio dar base científica para o lema pedagógico “aprender a aprender”.

No Brasil, o construtivismo defende que o professor deve trabalhar a partir dos interesses dos alunos. Mas conforme Carvalho (2011) alerta: “não seria ocioso ponderar que, ao contrário da visão sugerida pelo *slogan*, parte considerável do trabalho docente, consiste de fato, na tentativa de despertar em seus alunos novos interesses” (p. 101).

Para Moreira (1999), o construtivismo é uma posição filosófica cognitivista interpretacionista para o processo de aprendizagem, mas tem sido confundido com metodologias construtivistas para o ensino.

Para Duarte (2000), as ideias disseminadas pelo construtivismo podem ser assim resumidas: 1) aquilo que o indivíduo aprende por si mesmo é superior, em

termos educativos e sociais, àquilo que ele aprende através da transmissão por outras pessoas, 2) o método de construção do conhecimento é mais importante do que o conhecimento já produzido socialmente, 3) a atividade do aluno, para ser verdadeiramente educativa, deve ser impulsionada e dirigida pelos interesses e necessidades dele e 4) a educação deve preparar os indivíduos para acompanharem a sociedade em acelerado processo de mudança. Conforme o próprio autor, trata-se de um lema que sintetiza uma concepção educacional voltada para a formação da capacidade adaptativa dos indivíduos.

Nesse sentido, pode-se dizer que o construtivismo se relaciona intimamente com as pedagogias das competências e está alinhado com os documentos norteadores da educação brasileira, como a BNCC, por exemplo.

Desta forma, o movimento construtivista interferiu e, ainda interfere, de modo direto no ensino de Ciências porque chancelou as metodologias ativas, o ensino por descoberta e a Instrução Programada.

Segundo Spencer e Walker (2011), *apud* Santana, Capecchi e Franzolin, (2018), o ensino de Ciências por investigação defende que os alunos utilizem suas habilidades e seu pensamento crítico e reflexivo para a aprendizagem. Segundo esta visão, o aluno observa, executa e aprende.

Além disso, a corrente filosófica positivista da ciência, defende a ideia de que não existe conhecimento legítimo quando construído sem a utilização dos pilares do Método Científico (observação, acúmulo de evidências, formulação de hipóteses). Assim, as metodologias didático-pedagógicas que colocam o aluno como protagonista da sua aprendizagem, estão em consonância com a visão epistemológica da ciência positivista.

Além das questões já apontadas, no final da década de 80 e início da década de 90, o Brasil presenciou um período de adaptação da educação às novas exigências do mercado, sobretudo com o advento das políticas neoliberais. Essas medidas visavam proteger os interesses de mercado e do capital que defendia o Estado Mínimo⁶.

Essas novas exigências foram marcadas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação, LDBEN nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996 e com a elaboração dos

⁶ A ideia de Estado Mínimo significa o Estado com menor capacidade regulatória do mercado, sendo suficiente e necessário para atender os interesses da reprodução do capital.

Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), em 1997. Estes últimos, apontaram um novo desafio para o ensino de Ciências: conferir habilidades úteis, tanto para os que pretendem continuar seus estudos, como para aqueles que, após a conclusão do Ensino Médio, entrarão para o mercado de trabalho. Entre as habilidades apregoadas para este nível de escolarização, destaca-se a necessidade do aprender a aprender como forma de garantir aos alunos o acesso ao conhecimento e ao seu aperfeiçoamento. Ou seja, os PCNs, como propostos pelo MEC em 1997, também conferem grande destaque à perspectiva construtivista, conforme observamos no documento:

A perspectiva construtivista na educação é configurada por uma série de princípios explicativos do desenvolvimento e da aprendizagem humana que se complementam, integrando um conjunto orientado a analisar, compreender e explicar os processos escolares de ensino e aprendizagem. A configuração do marco explicativo construtivista para os processos de educação escolar deu-se, entre outras influências, a partir da psicologia genética, da teoria sociointeracionista e das explicações da atividade significativa. Vários autores partiram dessas ideias para desenvolver e conceitualizar as várias dimensões envolvidas na educação escolar, trazendo inegáveis contribuições à teoria e à prática educativa. O núcleo central da integração de todas essas contribuições refere-se ao reconhecimento da importância da atividade mental construtiva nos processos de aquisição de conhecimento. Daí o termo construtivismo, denominando essa convergência. Assim, o conhecimento não é visto como algo situado fora do indivíduo, a ser adquirido por meio de cópia do real, tampouco como algo que o indivíduo constrói independentemente da realidade exterior, dos demais indivíduos e de suas próprias capacidades pessoais. É, antes de mais nada, uma construção histórica e social, na qual interferem fatores de ordem cultural e psicológica (BRASIL, 1997, p. 36-37).

Duarte (2001) argumenta que o lema “aprender a aprender” passou a ser revigorado nos meios educacionais sob o discurso de que à escola não cabe a tarefa de transmitir o saber objetivo, mas sim, o de preparar os indivíduos para aprenderem aquilo que deles for exigido pelo mercado de trabalho. Para o referido autor, a essência do lema “aprender a aprender” é exatamente o esvaziamento do trabalho educativo escolar, transformando-o num processo sem conteúdo. Em última instância o lema “aprender a aprender” é a expressão, no terreno educacional, da crise cultural da sociedade atual.

Podemos dizer que o 'construtivismo' traz a expropriação do papel do professor como transmissor do conhecimento acumulado pela sociedade de forma chancelada pelas teorias do "aprender a aprender".

2.3 TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL - TAS

David Paul Ausubel, descendente de família judia, nasceu em 1918 no Brooklyn, Nova Iorque - Estados Unidos. Graduou-se em medicina, na Universidade de Middlesex e doutorou-se em Psicologia do Desenvolvimento pela Universidade da Columbia. Publicou livros nas áreas da psicologia do desenvolvimento e da educação e mais de 150 artigos em revistas científicas.

Em 1976 recebeu o Prêmio Thorndike da Associação Americana de Psicologia para "Ilustres Contribuições Psicológicas à Educação".

Faleceu em 09 de julho de 2008 deixando um legado que vem, cada vez mais, influenciando o processo educacional de vários países.

Ausubel foi um representante do cognitivismo. A base de sua teoria, elaborada em 1972, é considerar a aprendizagem como um processo de classificação e organização hierárquica de conceitos, de tal modo, que eles possam ser manipulados e utilizados no futuro.

Para este pesquisador, aluno, professor e material didático têm papéis definidos e bem caracterizados. Ou seja, na teoria de Ausubel, cada um destes personagens tem um papel específico e insubstituível.

O professor, detentor do saber sistematizado, deve identificar o conhecimento prévio do aluno, ou seus subsunçores. Para Moreira (2009) subsunçor representa um conceito, uma ideia, uma proposição, existente na estrutura cognitiva do aluno capaz de servir de ancoradouro para novas informações. A interação não literal e não arbitrária entre os subsunçores e as novas informações, promoverão a Aprendizagem Significativa - AS.

Para promover a AS o professor deve oferecer um material didático que respeite a dinâmica de aprendizagem, como descrita por Ausubel e que seja específico para aquela situação em particular.

Para Ausubel, o indivíduo tem mais facilidade em armazenar os conceitos mais gerais e relacioná-los com os mais específicos, de tal forma que os subsunçores primários vão se modificando. Observe que esta dinâmica é contrária a

adotada pelos livros didáticos que apresentam conceitos específicos, esperando que os alunos consigam sintetizá-los de forma mais ampla.

Quando o aluno não apresentar os subsunçores, o professor deverá fornecê-los por meio dos Organizadores Prévios – OP. Ou seja, o professor fornecerá o conhecimento prévio básico que servirá de subsunçor.

Observe que para o aluno aprender, ele deve desejar, porque é ele quem deve fazer as relações hierárquicas e organizar o conteúdo de forma significativa. Esta organização estrutural e hierárquica dos conceitos é que determina se a aprendizagem é significativa ou mecânica. Se houver apenas a memorização de conceitos não hierarquizados e não relacionados, a aprendizagem será do tipo mecânica. Para Ausubel a aprendizagem mecânica faz parte do processo da aprendizagem significativa.

Entre a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa, deve ocorrer a “assimilação”, “diferenciação progressiva” e “reconciliação integrativa” dos conceitos envolvidos.

Para compreendermos estes termos, cunhados por Ausubel, vamos definir a Aprendizagem Superordenada e Subordinada. A Aprendizagem Superordenada se dá quando conceitos mais gerais são assimilados aos conceitos mais específicos, já existentes na cognição do aluno, ou quando os subsunçores mais específicos levam a compreensão da generalização.

Na aprendizagem Subordinada, um subsunçor mais geral permite a compreensão de conceitos mais específicos. Ambas as formas de aprender exigem que o estudante suba e desça nas hierarquias conceituais.

De acordo com a TAS, o professor deve apresentar o conteúdo em sua forma mais geral e ir especificando e mostrando as relações hierárquicas entre os conceitos. Ou seja, o material deve permitir a “diferenciação progressiva” e a “reconciliação integrativa”.

A figura 1 mostra um diagrama esquemático da dinâmica da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora.

Diferenciação progressiva – Reconciliação integradora

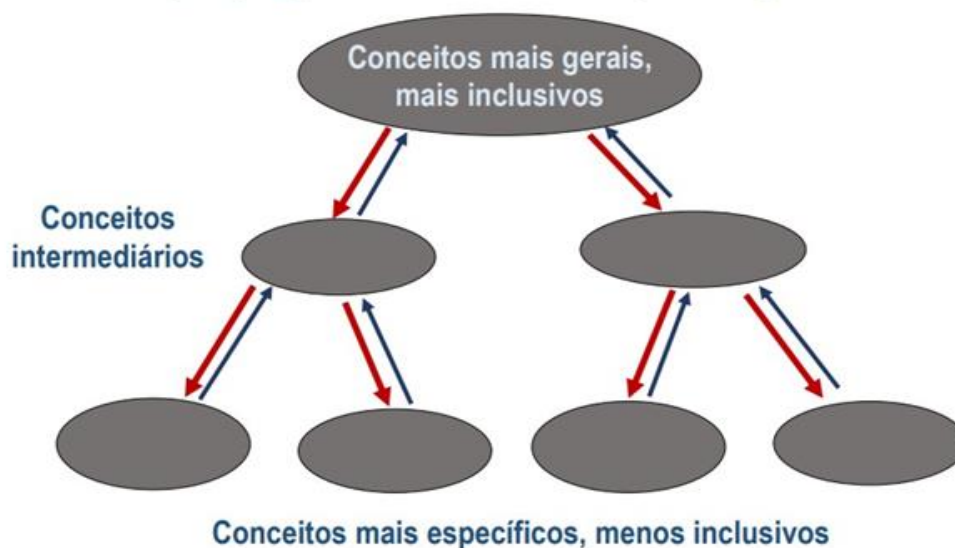


Figura 1 – diagrama esquemático para a diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Fonte: NETO; ANTONIO JUNIOR, 2023

Moreira e Masini (2001) explanam que, segundo a visão de Novak, ambos os sentidos precisam ser destacados durante o processo de ensino. Ou seja, deve-se valorizar tanto a diferenciação dos conteúdos de forma descendente (dos conceitos mais gerais para os mais específicos) como a reconciliação integrativa dos conteúdos mais específicos para os mais gerais.

Desta forma, as aulas devem ser planejadas com a finalidade de possibilitar a reflexão e a negociação de significados.

O processo ideal ocorre quando uma nova ideia se relaciona aos conhecimentos prévios do indivíduo. Motivado por uma situação que faça sentido, proposta pelo professor, o aluno amplia, avalia, atualiza e reconfigura a informação anterior, transformando-a em nova. (FERNANDES, 2011, p. 82).

É importante ressaltar que o professor tem um papel fundamental para promover a AS. É ele quem identifica os subsunçores dos alunos, estrutura e seleciona os conceitos a serem abordados e, para isto, elabore um material potencialmente significativo, promove a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

O material didático deve fazer sentido para o aluno, e isto depende dos seus subsunçores.

Cada conceito ocupa um lugar determinado em função de seu nível de abstração, de generalização e capacidade de incluir outros conceitos. Assim, na aprendizagem significativa adquire-se os significados de ideias e proposições num processo de inclusão correlativa em estruturas mais genéricas. Aprendizagem de ideias incluídas ou incluídas. (AUSUBEL, 1972 apud SACRISTÁN; GÓMEZ, 1998, p. 38)

O conceito aprendido de maneira significativa é mais resistente ao esquecimento, pois ele não é apresentado de forma isolada, mas assimilado segundo uma organização hierárquica, onde a cada conceito, o aluno atribui uma importância.

Para Ausubel (2002) a AS é essencialmente uma aprendizagem por recepção:

[...] a aquisição de conhecimentos de matérias em qualquer cultura é, essencialmente, uma manifestação de aprendizagem por recepção. Ou seja, geralmente apresenta-se ao aprendiz, numa forma mais ou menos final e através de ensino expositivo, o conteúdo principal daquilo que o mesmo deve apreender. Nestas circunstâncias, apenas se exige ao aprendiz que compreenda o material e o incorpore na própria estrutura cognitiva, de forma a ficar disponível quer para reprodução, para aprendizagem relacionada, quer para resolução de problemas no futuro (p.6).

É importante ressaltar aqui que transmissão diretiva do professor para o aluno, base da pedagógica tradicional e ponto de partida para a principal crítica da pedagogia do aprender a aprender, se torna essencial para a AS, segundo Ausubel. Porém, na pedagogia tradicional, considera-se o aluno uma folha em branco e para Ausubel, o professor deve identificar seus subsunçores e o ensinar a partir deles.

Moreira (2009), cita três tipos de AS, como definida por Ausubel: representacional, de conceitos e proposicional.

A aprendizagem representacional é a mais simples e envolve a atribuição de significados a determinados símbolos ou palavras.

A aprendizagem de conceitos é similar à aprendizagem representacional, mas com a diferença de se estabelecer uma equivalência entre um significado e um símbolo.

Na aprendizagem proposicional o objetivo é aprender não um conceito isolado e, sim aprender o significado de ideias em forma de proposição.

Assim como Ausubel, há outros autores que defendem a AS; “a aprendizagem significativa, seja por recepção, seja por descoberta, opõe-se à aprendizagem mecânica, repetitiva, memorialística. Compreende a aquisição de novos significados”. (SACRISTÁN e GÓMEZ, 1998, p. 37).

Significação lógica: coerência na estrutura interna do material, sequência lógica nos processos e consequência nas relações entre seus elementos componentes. Significação psicológica: que seus conteúdos sejam compreensíveis desde a estrutura cognitiva que o sujeito que aprende possui. (AUSUBEL, 1972 apud SACRISTÁN e GÓMEZ, 1998, p. 38).

Assim, o termo professor “mediador”, como utilizado na década de 80, devido as teorias construtivistas, carece de reflexões.

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1983), o professor é o protagonista do processo de ensino e o aluno o protagonista do processo de aprendizagem. Não existe ensino se não houver aprendizagem.

2.3.1 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA - UEPS

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS é uma sequência didática sistematizada e, primeiramente proposta pelo pesquisador Antônio Marco Moreira (2011). Sua elaboração apoia-se em David Ausubel e em outros teóricos cognitivistas, tais como: Joseph D. Novak, Gérard Vergnaud, D. B. Gowin, Philip Johnson-Laird, Vygotsky, entre outros. A UEPS se alinha com as teorias cognitivistas da aprendizagem porque reconhece que o aluno é protagonista da sua aprendizagem. Mas, é importante ressaltarmos que este protagonismo não significa que a metodologia deva ser apenas ativa.

Zabala (1998, p.18) afirma que “as sequências didáticas são atividades ordenadas, estruturadas e articuladas a fim de atingir específicos objetivos educacionais, com princípio e fim conhecidos tanto pelos professores quanto pelos estudantes”.

Ronch, Zoch e Locatelli (2015) estabelecem que a UEPS deve ser um processo metodológico utilizado pelo professor a fim de oferecer ao aluno, ferramentas para a construção de uma aprendizagem cada vez mais significativa e não mecânica.

Segundo Moreira (2011, p.02), as UEPS:

São sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula.

De acordo com Moreira (2011), alguns princípios devem ser considerados durante a construção de uma UEPS:

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel, 1978);
- pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak, 1981);
- é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel, 1980);
- organizadores prévios, OP mostram as relações entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios (Moreira, 2012);
- são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud, 1990); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- situações-problema pode funcionar como organizadores prévios;
- as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud, 1990);
- frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird, 1983);
- a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel, 1980);
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva (Moreira, 2011);
- o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud, 1990; Gowin, 1981);
- a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky, 1987; Gowin, 1981);
- um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin, 1981);
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira, 2011);
- a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira, 2011).

Assim, a proposta de UEPS, segundo Moreira (2011, p.03) está organizada em oito etapas sequenciais:

1. definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. criar/propor situação(ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;
3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;
4. uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;
5. em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de um mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;
6. concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja,

buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

De forma mais sintetizada, Nuncio (2016) aborda essas etapas, conforme figura 2.

Moreira (2011) também cita que existem alguns aspectos transversais que devem ser observados na elaboração de uma UEPS, tais como, utilização de materiais e estratégias de ensino diversificadas que proporcionem questionamento e atividades colaborativas; incentivo ao diálogo e à crítica; proposição de situações-problema relativas ao conteúdo de estudo, bem como a valorização das atividades individuais, além das coletivas.

De acordo com Faccin e Garcia (2017), o professor deve trazer para sala de aula uma nova forma de aprender e ensinar, que beneficie o diálogo e a interação entre todos agentes do processo: professor e aluno. Deste modo, a UEPS, proporciona aos alunos participação ativa e autônoma. Ao final, espera-se que o aluno consiga internalizar de forma crítica e substantiva os novos conceitos aprendidos, a fim de utilizá-los em novas situações do seu cotidiano à medida que

novas atividades vão sendo desencadeadas e o processo de aprendizagem continua acontecendo.

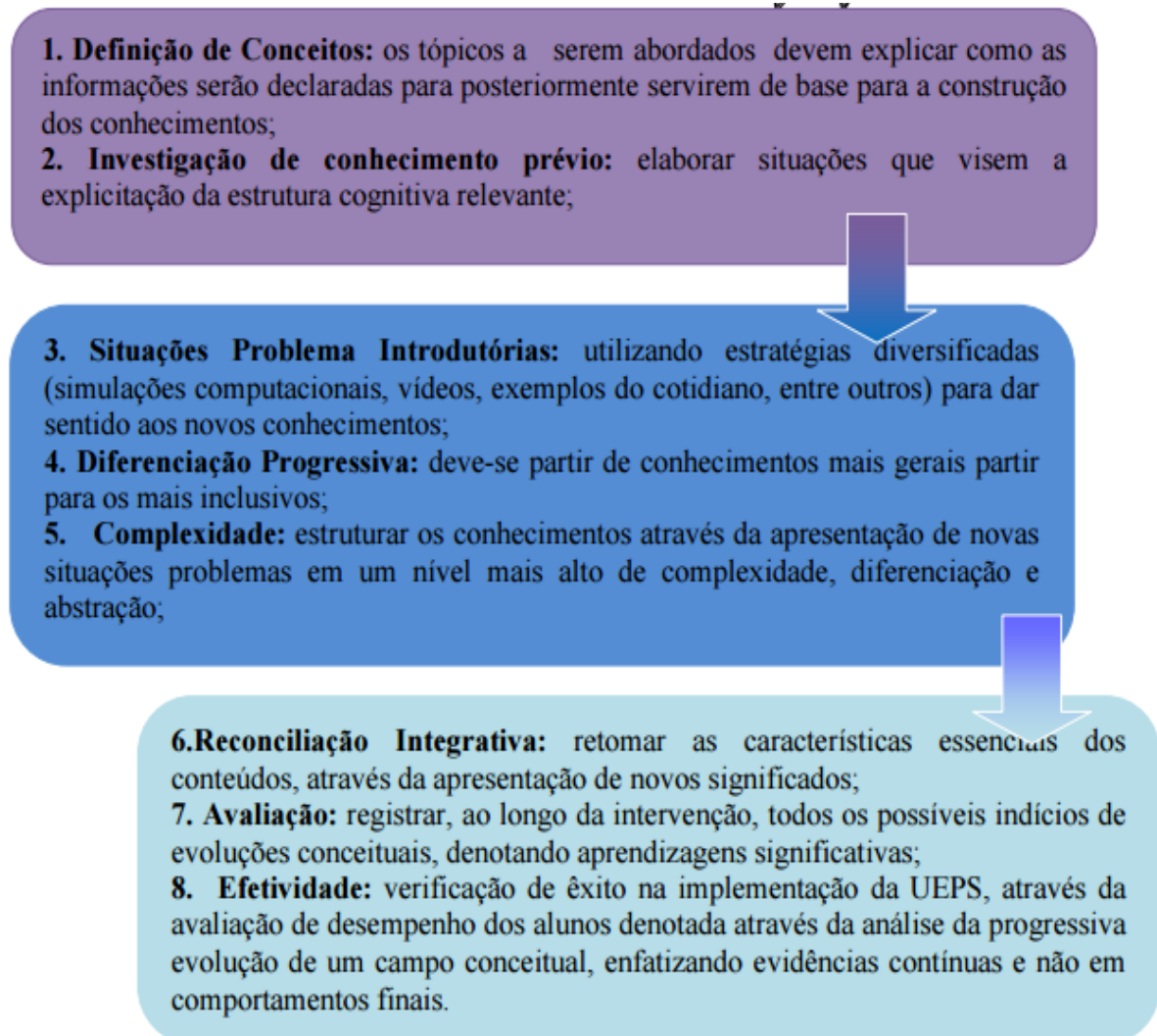


Figura 2: Síntese das etapas de uma UEPS

Fonte: Nuncio (2016, p.02)

Para Costa (2013, p. 57):

Uma UEPS visa à autonomia intelectual dos estudantes, ao buscar em suas atividades privilegiar os trabalhos em grupo por meio da argumentação, possibilitando interação social e cognitiva dos alunos dentro de um contexto social, cultural e ambiental. Como também, baseia-se em uma fundamentação teórica que contribua com o desenvolvimento de situações de aprendizagem que ajudem os alunos a construir novos significados de maneira crítica e se apresentem como facilitadores da aprendizagem significativa.

Assim, de acordo com Souza e Pinheiro, (2018, p. 03) “a implantação de uma UEPS tem como objetivo organizar e sistematizar o processo de ensino, oferecendo materiais e procedimentos capazes de desenvolver a aprendizagem significativa em diferentes contextos”.

É relevante mencionarmos que a elaboração de uma UEPS exige profundo conhecimento do conteúdo por parte do professor. Isto porque ele deve selecionar e hierarquizar todos os conceitos que envolvem o tema. Esta ação vai na contra mão de uma formação fragmentada e esvaziada de conteúdos, como verificamos nos cursos de licenciatura. Porém, este tema não é escopo deste trabalho.

2.4 A CARACTERIZAÇÃO DO SOLO – CONCEITOS BÁSICOS

De acordo com Vital *et al.* (2020), o solo sustenta a vida!

Canepelle *et al.* (2018), apontam que a utilização do solo como fonte de produção de alimento acompanha a história da humanidade. E, arriscamos dizer aqui que continuará sendo essencial para a vida no planeta Terra enquanto ela existir.

O solo é o resultado do intemperismo, ou seja, de um conjunto de modificações físicas (desagregação) e química (decomposição) que as rochas sofrem ao aflorarem na superfície da Terra. Portanto, “o solo é o resultado de diferentes formações geológicas, do clima, das formações vegetais, da variedade de formas de relevo, do tempo e, ainda das mais variadas formas de uso e ocupação humana” (RUELLAN, 1988, p.120). Isto implica dizer que existem vários tipos de solo. A cor e a textura são propriedades que podem ser facilmente observadas.

A figura 3 mostra uma diferenciação na cor do solo em função dos seus horizontes. Quanto a textura, podemos classificar o solo como argiloso, grãos com diâmetro de até 0,005 mm, e no outro extremo solos arenosos com grãos maiores de 0,15 mm. Valores intermediários, grãos que vão de 0,005 a 0,05 mm são classificados como silte.

De acordo com Ribeiro e Souza (2018), a textura ou granulometria e a cor podem ser indicativos da fertilidade do solo.

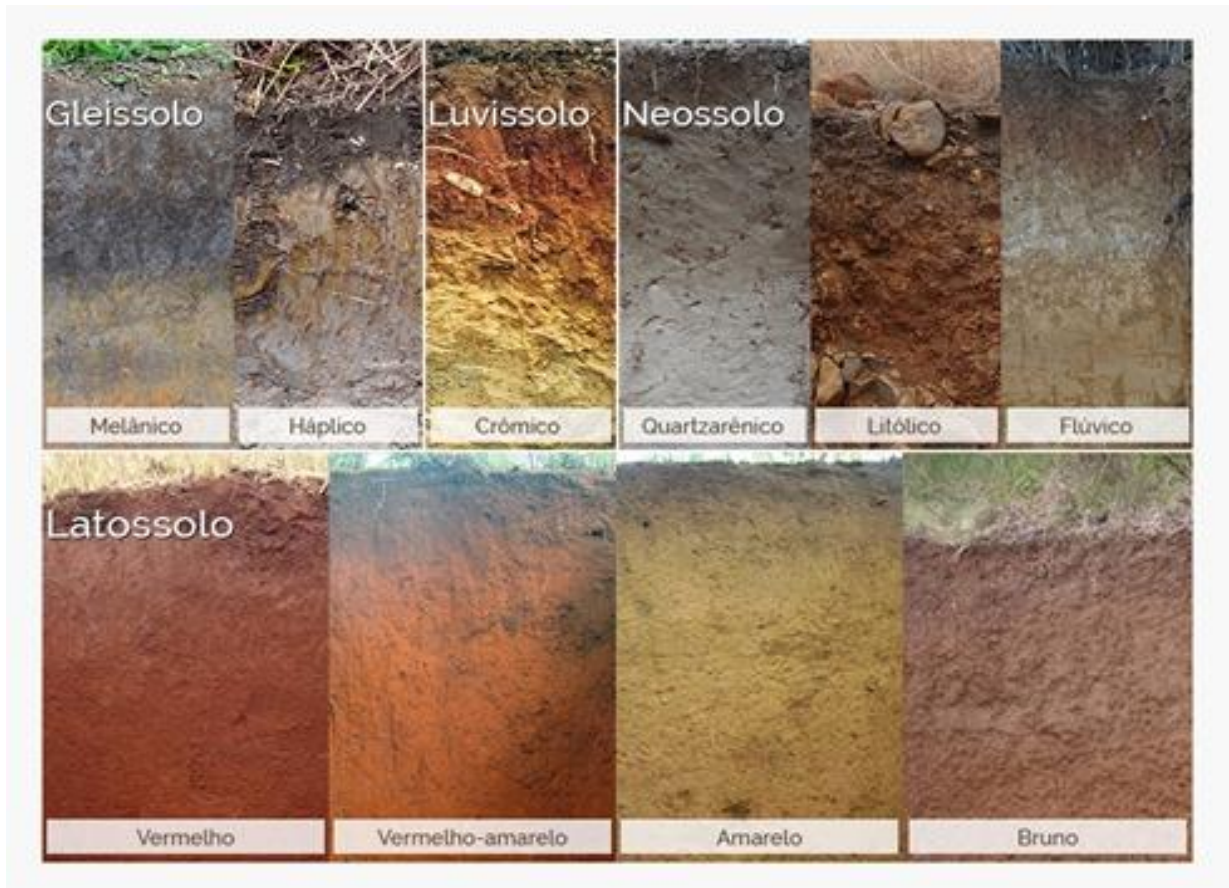


Figura 3– Cor do solo de acordo com a composição.
Fonte: ANDRADE, 2020.

Na verdade, a fertilidade é o resultado de uma complexa interação entre as 3 fases que compõem o solo: sólida, líquida e gasosa, manejo, clima, atividade biológica, entre outros fatores (BATISTA, *et al* 2018).

A fase sólida é constituída pela matéria inorgânica (minerais oriundos da rocha mãe) e orgânica (em geral produto da decomposição de seres vivos). A quantidade de matéria orgânica pode variar desde 0,5% do peso total em solos desérticos, até teores de 95% em solos turfosos. Sua quantidade normalmente decresce com a profundidade no solo. Nela, os microrganismos (algas, bactérias e fungos) promovem a formação do húmus que se acumula principalmente nos horizontes superficiais. O húmus é uma mistura de compostos orgânicos amorfos e coloidais que dá ao solo um aumento da capacidade de troca catiônica, conhecido abreviadamente por CTC, em até 70%. Um solo dito fértil tem alto valor para a CTC, como será abordado aqui.

A camada formada pelos primeiros 16 km de profundidade na superfície da Terra é chamada de litosfera ou SiAl porque tem abundância em silício (Si) e

alumínio (Al). Estes elementos químicos, juntamente com o oxigênio e o ferro, constituem aproximadamente 87% desta porção. Existem outros elementos, menos abundantes, como cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbono, flúor, fósforo, enxofre e cloro, cujas composições variam de um lugar para outro (SCHWERTMANN, 2004).

As fases líquida e gasosa ocupam os poros da fase sólida. É na solução do solo que se encontram os nutrientes, em forma iônica ou complexados. Por exemplo, íons de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ , H^+ , Al^{3+} , NO_3^- , SO_4^{2-} , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , CO_3^{2-} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , BO_3^{3+} , Cl^- , MoO_4^{2-} . Estes íons serão disponibilizados para as plantas e utilizados para sua nutrição.

A porosidade do solo, parâmetro que pode ser manuseado, interfere na permeabilidade e portanto, na quantidade de líquido (DO CARMO et al., 2018).

Os gases são os mesmos do ar atmosférico, mas apresentam diferentes proporções porque a respiração das raízes, a presença dos microrganismos e a decomposição da matéria orgânica alteram as concentrações de CO_2 . Em alguns casos, em solos com pouca aeração, a quantidade do dióxido de carbono ultrapassa a quantidade de oxigênio, sendo que na atmosfera a relação é 0,3% de CO_2 para 20% de O_2 (COELHO et al., 1973).

A figura 4 mostra o porcentual ideal de cada uma destas fases.

Num solo dito fértil, os minerais, (principalmente óxidos e silicatos) disponibilizam os macros e micro nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta (BUCKMAN, et al., 1976). Os macronutrientes são os elementos de que a planta precisa em maior quantidade como, por exemplo, o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K).

A dinâmica da nutrição da planta pelo solo, depende da acidez ou alcalinidade e, em alguns casos, do estado de oxidação dos elementos que constituem os minerais.

É a mineralogia do solo, como abordaremos aqui, que melhor explica a gênese do solo, seu comportamento físico e químico e seu potencial de nutrição para as plantas.

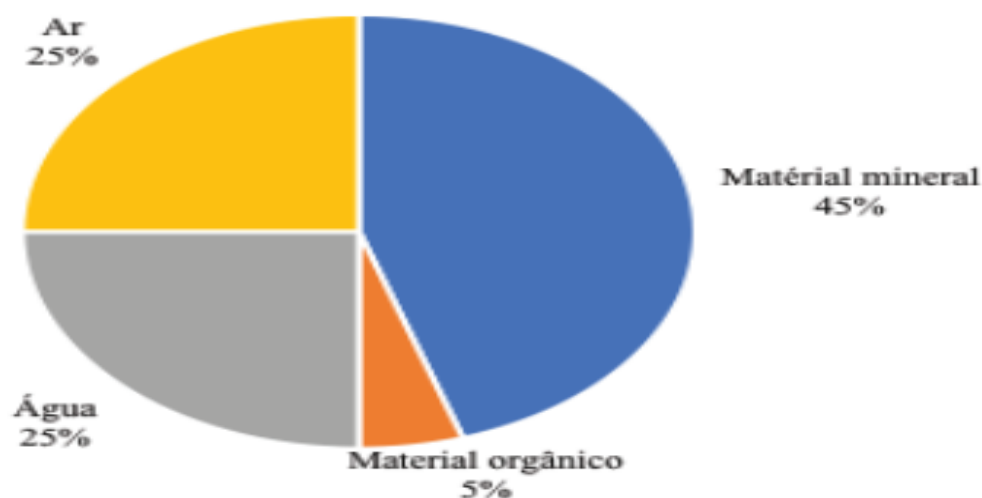


Figura 4 - Composição ideal do solo, com suas respectivas participações do material mineral, material orgânico e espaços vazios (poros do solo) ocupados com água ou ar. **/*--*
Fonte: BATISTA, *et al* (2018)

Como vimos até aqui, a fertilidade do solo é um tema complexo que envolve diversos conceitos da Química, Física e Biologia. É por isso que não devemos permitir as queimadas da cana-de-açúcar, (cultura bastante presente no estado do Paraná).

O calor, provocado pelo fogo, além de poluir o ar, altera as estruturas física e química e a microbiologia dos solos. De acordo com o projeto proposto pelo antigo ministro do Meio Ambiente, Carlos Minc, (2008 a 2010), até 2020, as queimadas em lavouras de cana-de-açúcar deveriam ser extintas (SZMRECSANYI, 1994).

2.4.1 – A Mineralogia do Solo

A definição do que seja mineral não é um consenso.

Neste trabalho vamos adotar a definição de que um mineral é um sólido cristalino, homogêneo, de origem inorgânica, que surge naturalmente na Terra ou em corpos extraterrestres com composição química e propriedades físicas específicas.

A nomenclatura dos minerais é controlada pela Comissão de Novos Minerais e Novos Nomes de Minerais (CNMNM) da Associação Mineralógica Internacional (IMA), criada em 1959 (MELO e ALLEONI, 2009).

O caráter cristalino do mineral o define como um sólido organizado e constituído por unidades de celas unitárias que formam o retículo cristalino.

Os minerais, presentes no solo, se dividem em dois grandes grupos: primários e secundários.

Os minerais primários de maior importância do ponto de vista agrícola, são os feldspatos, feldspatóides, anfibólios e piroxênios, micas, olivina e quartzo (MCBRIDE, 1994). A importância se dá em função da relativa facilidade com que estes minerais apresentam o intemperismo, ou seja, o quanto são capazes de disponibilizar seus íons-nutrientes para as plantas (exceção ao quartzo, que atua como um diluente para outros minerais e sua presença caracteriza solos de baixa fertilidade, baixa capacidade de retenção de cátions e facilmente laváveis pela água de percolação).

Por exemplo, os minerais primários do tipo feldspato, como o ortoclásio (KAlSi_3O_8), a albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) e a anortita ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) disponibilizam o potássio (K), o cálcio (Ca) e o sódio (Na).

Os óxidos de ferro como a hematita (Fe_2O_3) e a goetita (alfa- FeOOH), ou o óxido de alumínio como a gibbsita $\text{Al}(\text{OH})_3$, são os mais comuns nos solos e, por isso, merecem atenção especial.

2.4.2 – Troca Catiônica do Solo - CTC

CTC do solo é a sigla para Capacidade de Troca Catiônica e expressa a quantidade de cargas elétricas negativas disponíveis no solo. Estas cargas são essenciais para que, por força eletrostática de Coulomb, atraiam as cargas positivas que representam íons de elementos que nutrem as plantas.

Explicando melhor, a CTC é um parâmetro que mede a capacidade que o solo tem em reter cátions do tipo Ca^{2+} (cálcio), Mg^{2+} (magnésio) e K^+ (potássio). (MEURE, RHEINHEIMER e BISSANI, 2017). Dito de outro modo, é uma quantidade de cargas negativas que existe nos coloides orgânicos e inorgânicos do solo.

O macronutriente, K^+ por exemplo, é atraído pelas cargas negativas presentes no solo, mas por ser um íon monovalente, apresenta fraca adsorção aos coloides e, por isso, pode ser razoavelmente lixiviado. Ou seja, levado pelas águas da chuva (DUARTE; PEREIRA e KORNDÖRFER, 2013).

Assim, considera-se troca iônica os procedimentos reversíveis, ou temporariamente irreversíveis que ocorrem quando as partículas sólidas do solo, minerais e matéria orgânica, fixam os íons da fase aquosa e ao mesmo tempo desabsorvem quantidades análogas de outros íons de mesma carga (*LUCHESE et al.*, 2001).

Os íons e moléculas, encontrados na solução do solo, têm potencial para ficarem aprisionados nas superfícies das partículas da fase sólida (matéria orgânica e minerais), com possibilidades de serem liberados para a fase líquida (solução do solo). A fração húmica é importante porque além de auxiliar na associação dos fragmentos sólidos, ela é responsável pela maior parte das cargas elétricas.

De acordo com Meurer *et al.* (2006), em solos de zonas tropicais e subtropicais, à medida que o potencial hidrogeniônico, conhecido por pH, abaixa, (inferior a 5,0) há predominância de cargas positivas e, à medida que o pH aumenta (pela calagem, por exemplo), as cargas negativas dominam (*MEURER et al.*, 2006).

Quando há presença de cátions na solução do solo, ocorre a troca iônica, na qual os cátions apresentados nas coloides do solo são liberados para a solução em troca dos cátions presentes nela. Esse processo é reversível, ou seja, os cátions podem ser novamente retidos pelas cores quando há uma nova troca iônica.

A CTC é de extrema importância para a fertilidade do solo, uma vez que influencia diretamente a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Os nutrientes essenciais para o crescimento das plantas, como cálcio, magnésio, potássio e outros cátions, são retidos pelos coloides do solo por meio da CTC, evitando sua lixiviação e perda. Esses nutrientes são gradualmente liberados para a solução do solo, permanecendo disponíveis para serem absorvidos pelas raízes das plantas.

A CTC depende do teor de argila, do tipo de mineral e da matéria orgânica (*NESIC et al.*, 2015). Minerais do tipo 2:1⁷, são importantes para a CTC por causa do número de cargas presentes na sua estrutura (*ALLEONI; MELLO e ROCHA*, 2009).

⁷ Os minerais do tipo 2:1 pertencem ao grupo das esmectitas (montmorilonitas) e das micas. As esmectitas normalmente são formadas pelo intemperismo de micas e vermiculitas, processo conhecido como diagênese, e pela conservação de parte das camadas 2:1. Outra possibilidade importante é a neogênese a partir da liberação de Al, Si e bases na solução do solo pelo intemperismo simultâneo de minerais primários silicatados (p.ex., feldspatos, olivinas magnesianas, hornblendas, etc.), em condições de baixa a moderada lixiviação de sílica. A organização destes minerais incide de uma superposição sucessiva de duas lâminas tetraédricas para cada lâmina octaédrica (*PÉREZD et al.*, 2004).

Solos mais argilosos e com maior quantidade de minerais 2:1 e alto teor de matéria orgânica tendem a ter maior fixação de cátions e, por isso, são considerados solos férteis. Por outro lado, solos arenosos, pobres em matéria orgânica, tem CTC baixa, por isso, baixa disponibilidade de nutrientes e considerados inférteis (MEURER; RHEINHEIMER e BISSANI, 2017).

A figura 5 mostra a retenção de cátions e ânions.

É possível analisar da figura 5 que a superfície da argila possui cargas negativas e, por isso retém os cátions (íons com carga positiva, como o Ca^{+2}).

A superfície que tem cargas positivas, retém os ânions (íons com carga negativa, como o NO_3^-). As cargas elétricas, positiva e negativas que ficam na solução do solo podem ser perdidas por lixiviação antes de serem absorvidas pelas plantas. Logo os cátions e ânions armazenados nas superfícies dos minerais secundários e da matéria orgânica são nutrientes imediatamente disponibilizados para as plantas.

É importante ressaltar que a CTC varia de acordo com as características individuais de cada solo, como teor de argila, matéria orgânica, pH e outros fatores. Solos com maior teor de argila e matéria orgânica geralmente apresentam maior CTC, enquanto solos arenosos têm menor capacidade de retenção de cátions.

Em resumo, a Troca Catiônica do solo funciona um papel crucial na disponibilidade de nutrientes para as plantas, influenciando diretamente a produtividade e produtividade do solo. Compreender e manejar a CTC é essencial para o manejo sustentável dos solos agrícolas e a obtenção de melhores resultados nas práticas de fertilização e adubação.

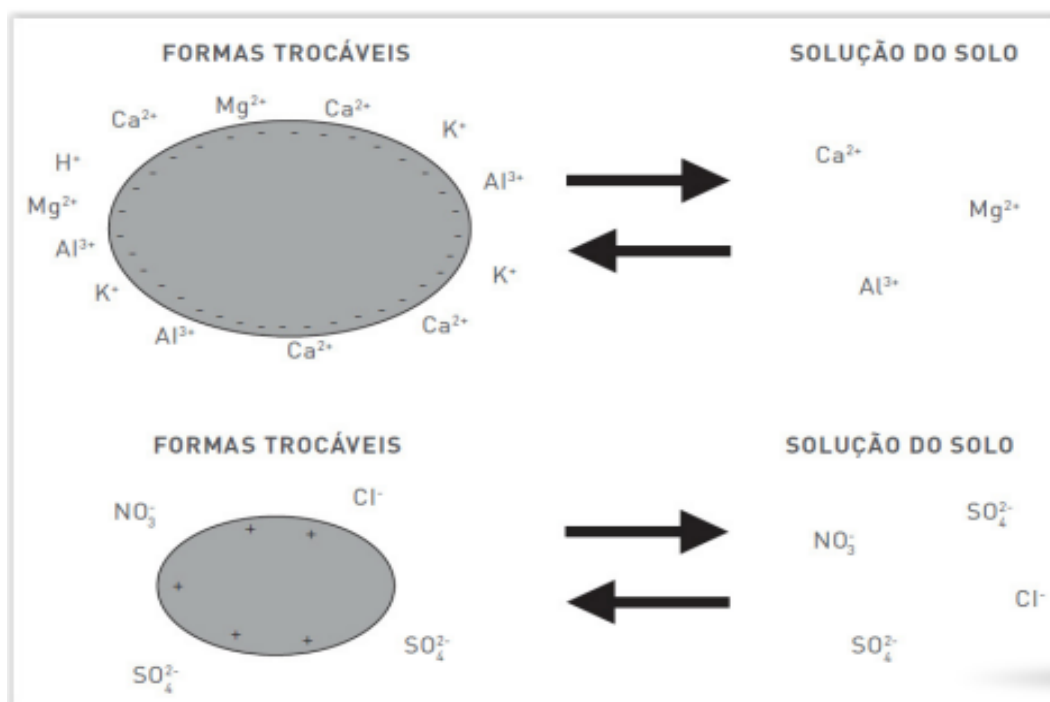


Figura 05- Representação esquemática da troca de íons entre a superfície das partículas sólidas (esquerda) e a solução do solo (direita).

Fonte: Melo e Lima, 2007.

2.4.3 “SOLO” NA BNCC

Só para situar o leitor, o ensino básico do Brasil se divide em Fundamental I (compreende do primeiro ao quinto ano), Ensino Fundamental II (do sexto ao nono ano) e o Ensino Médio, compreendido por três anos com possibilidades de fazer o ensino técnico profissionalizante. Para todas estas etapas de ensino, temos um documento normativo, recentemente estabelecido, conhecido por BNCC - Base Nacional Comum Curricular.

O documento traz as habilidades e competências que os professores devem desenvolver nos alunos e, a partir disto, desenvolver o currículo. O objetivo para o desenvolvimento destas habilidades e competências é levar o aluno a interpretar o mundo que vive e suas modificações. Como foi apontado, este objetivo está diretamente relacionado com a AC.

No caso específico do tema "Solo", as habilidades aparecem em diferentes áreas do conhecimento, para diferentes competências. As competências são traduzidas como a mobilização de conhecimentos (conceitos, procedimentos e atitudes) para solucionar problemas.

A BNCC elenca 10 competências gerais que devem ser desenvolvidas ao longo da Educação Básica, sendo elas: Conhecimento, Pensamento científico, crítico e criativo, Repertório cultural, Comunicação, Cultura digital, Trabalho e projeto de vida, Argumentação, autoconhecimento e autocuidado, Empatia e cooperação e Responsabilidade socioambiental.

Voltando a discutir sobre as habilidades, a BNCC as identifica por códigos alfanuméricos, como mostra a figura 6.

É importante explicar que a numeração sequencial não representa uma ordem ou hierarquia esperada das aprendizagens (BRASIL, 2018).

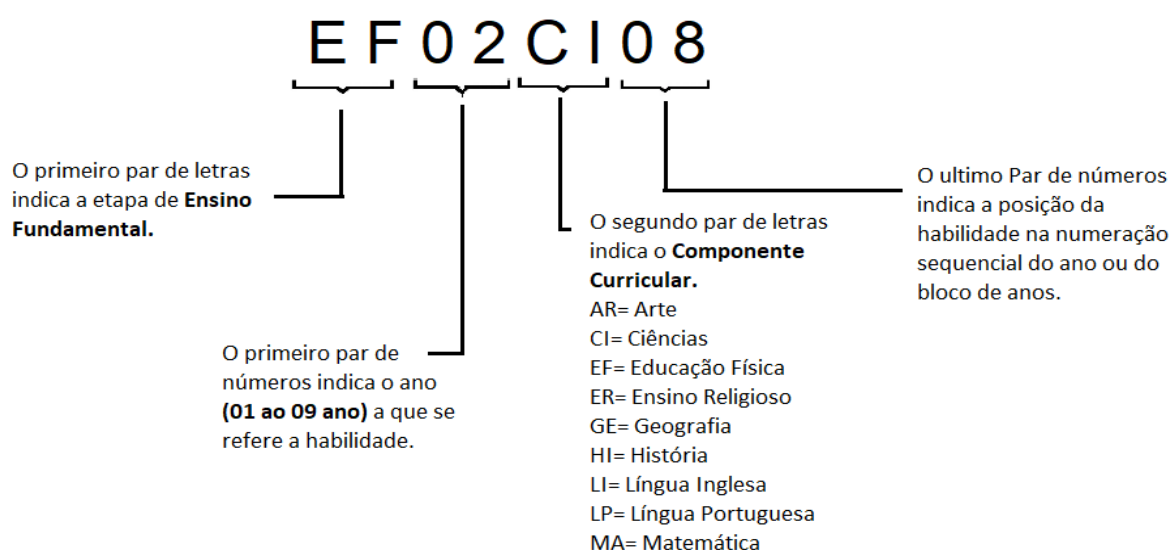


Figura 6: Composição alfanumérica que identifica uma habilidade indicada pela BNCC no Ensino Fundamental (2018)

Fonte: A autora

A tabela 1 elenca as habilidades, trazidas pela BNCC, em Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no Ensino Fundamental I e II, sobre o tema “Solo”.

Tabela 1: Habilidades trazidas pela BNCC com o tema Solo.

CÓDIGO	UNIDAD E TEMÁTICA	OBJETO DO CONHECIMENTO	HABILIDADES
EF02CI08 2º ano	Terra e Universo	Movimento aparente do Sol no céu O Sol como fonte de luz e calor	Comparar o efeito da radiação solar (aquecimento e reflexão) em diferentes tipos de superfície (água, areia, solo , superfícies escura, clara e metálica etc.).
EF03CI07	Terra e	Características da	Identificar características da Terra

3º ano	Universo	Terra Observação do céu Usos do solo	(como seu formato esférico, a presença de água, solo etc.), com base na observação, manipulação e comparação de diferentes formas de representação do planeta (mapas, globos, fotografias etc.
EF03CI09 3º ano	Terra e Universo	Características da Terra Observação do céu Usos do solo	Comparar diferentes amostras de solo do entorno da escola com base em características como cor, textura, cheiro, tamanho das partículas, permeabilidade etc.
EF03CI10 3º ano	Terra e Universo	Características da Terra Observação do céu Usos do solo	Identificar os diferentes usos do solo (plantação e extração de materiais, dentre outras possibilidades), reconhecendo a importância do solo para a agricultura e para a vida.
EF05CI03 5º ano	Matéria e energia	Propriedades físicas dos materiais Ciclo hidrológico Consumo consciente Reciclagem	Selecionar argumentos que justifiquem a importância da cobertura vegetal para a manutenção do ciclo da água, a conservação dos solos , dos cursos de água e da qualidade do ar atmosférico.
EF07CI07 7º ano	Vida e evolução	Diversidade de ecossistemas Fenômenos naturais e impactos ambientais Programas e indicadores de saúde pública	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.

Fonte: Elaborado pela autora

A tabela 2 elenca as competências gerais da Educação Básica para o componente curricular de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Destas, quatro estão associadas ao tema 'solo'.

Tabela 2: Competências das Ciências da Natureza e suas Tecnologias que envolvem o tema solo.

Número	Competência
3	Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológica) com base nos conhecimentos das

	Ciências da Natureza
4	Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.
5	Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que promovam a consciência socioambiental e o respeito a si próprio e ao outro, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.
8	Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidário.

Fonte: Lima (adaptado, 2022)

Como as tabelas 1 e 2 mostram, a elaboração do currículo, em conformidade com Lima (2022), devem incluir conteúdos sobre ecossistemas locais, diferentes tipos de solos, fertilidade, disponibilidade de água, organização do relevo e da vegetação, dentre outras.

O aluno do ensino fundamental I e II, deve ser capaz de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico) e ainda de transformá-lo com base em conhecimento científico.

3. ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Esta pesquisa de cunho qualitativo se utiliza de elementos teóricos para desempenhar uma função específica em sala de aula. É o resultado de escolhas realizadas com base teórica, mas com a percepção humana das especificidades dos alunos, alvo da pesquisa.

A abordagem metodológica qualitativa, de carácter interpretativo, é a mais apropriada para a coleta e interpretação dos dados. Os sujeitos da investigação são alunos do 7º ano (Turma A) do Ensino Fundamental de uma escola da rede pública da zona urbana do município de Maringá –PR, região norte do estado.

As aulas ocorreram no período vespertino entre os dias 05 a 20 de abril de 2023, com a participação de 22 alunos com idade entre 11 e 13 anos, totalizando 5 aulas de 50 min, cada.

3.1 A UEPS

É importante considerar que a UEPS, aqui elaborada e aplicada, não deve representar um guia engessado para o professor. Na verdade, ela representa uma sequência de atividades, pautadas numa teoria de aprendizagem cognitivista.

Conforme Raber, Grisa e Booth (2017), o emprego de uma UEPS deve estimular a utilização de materiais e metodologias diferenciadas, possibilitando o diálogo, a crítica, tomadas de decisões, atividades coletivas e individuais.

É importante ressaltar que executar uma abordagem didática utilizando a TAS exige do professor amplo conhecimento sobre os conceitos envolvidos no tema a ser abordado, além da identificação dos subsunçores que os alunos trazem para a sala de aula.

O quadro 1 traz o roteiro das atividades que compõem a UEPS, aqui elaborada.

<p>Momento 1 (1 aula) - Apresentação do projeto, levantamento ou identificação dos subsunçores</p>	<p>- Apresentação da UEPS; - Identificação dos subsunçores por meio de questionário no Google Forms; (subsunçores: fases do solo, ligações químicas, respiração das raízes)</p>
<p>Momento 2 (2 aulas) - Apresentação oral de todos conceitos de forma ampla e generalizada – apresentação da</p>	<p>- Leitura do texto (apêndice 1) Leitura e discussão oral sobre os conceitos trazidos pelo texto: textura, cor, habitat dos seres vivos; produção agrícola, diferentes</p>

<p>situação problema: Existe solos férteis e não férteis? Por que? Qual a importância da fertilidade para produção do alimento?</p>	<p>tipos de vegetação, papel da raiz para aeração e composição gasosa do solo, fases do solo (sólida (cristais e amorfos), líquida e gasosa); paisagens urbanas e rurais, unidades constitutivas dos elementos (átomos, íons e moléculas), ligações químicas entre átomos ou íons ou moléculas),</p> <ul style="list-style-type: none"> - Atividade prática: visualização do solo por lupas e celulares. - Realização de “desenhos livres” sobre as observações.
<p>Momento 3 (1 aula) – Discussão a nível mais complexo promovendo a reconciliação integrativa (apresentar novamente conteúdo ou conceitos, partindo de discussões gerais e mostrar conceitos específicos relacionados num processo de integração e diferenciação constante).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisar no “Google acadêmico” informações sobre: a degradação do solo- causas e consequências. - Elaborar um Mapa Conceitual em equipe no quadro de giz e registro no caderno.
<p>Momento 4 1 aula – avaliação</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Realização de questionário no Google forms

Quadro 1: Roteiro das atividades propostas pela UEPS aqui elaborada e aplicada.

Fonte: a autora

1º Momento

Nesta etapa, foi realizada a apresentação oral da dinâmica que será utilizada para discutir o tema ‘solo’. Os alunos do 7º ano “A” de um Colégio Estadual, da zona urbana, do município de Maringá, região norte do estado do Paraná, foram informados sobre todos procedimentos, resultados esperados e as teorias que fundamentam a prática pedagógica adotada.

Foi estabelecido um diálogo aberto onde os alunos poderiam se manifestar e emitir suas opiniões. Houve ampla participação.

Levantamento dos conhecimentos prévios

Na sala de aula, utilizamos celulares e ou computadores de mesa, para responder os questionamentos de um formulário, disponível no Google Forms, elaborado previamente, para identificar os subsunçores dos alunos.

As questões do referido formulário estão elencadas abaixo:

1 – O que é solo para você? Assinale a melhor definição:

(a) É onde plantamos.

- (b) É onde construímos
- (c) É o chão que pisamos
- (d) É a sustentação de tudo que existe sobre planeta Terra.

2- Cite pelo menos duas coisas que você acredita existir no solo.

3- O solo deve ser preservado? Justifique sua resposta.

4 – Para quem respondeu sim na questão 3. Você conhece alguma técnica de preservação do solo?

() Sim () Não. Qual (is)? _____

5– Você percebe degradação do solo no ambiente onde mora?

() Sim () Não. Justifique. _____

6- Assinale com um x na melhor resposta sobre a importância do solo para a vida dos seres vivos (homens e animais)

- (1) Não é importante
- (2) quase nada
- (3) pouco importante
- (4) muito importante
- (5) extremamente importante

2ª Momento

Neste momento é necessário fornecer os conceitos mais gerais para promover a diferenciação progressiva e, na sequência, a reconciliação integradora. Para tal, elaboramos um texto (Apêndice 1), o qual trata dos conceitos mais gerais e como estes se relacionam com conceitos mais específicos sobre os aspectos físicos, químicos e biológicos do solo.

Para guiar a leitura dos alunos, que sentaram em dupla para facilitar a troca de ideias, os desafiamos a responderem os seguintes questionamentos: Existe solos férteis e não férteis? Por que? Qual a importância da fertilidade para produção do alimento?

Claro que as possíveis respostas não estavam explícitas no texto. Mas ele forneceu alguns elementos para que os alunos pudessem perceber que a fertilidade, adjetivo importante para a produção agrícola, está relacionada com aspectos i) físicos: textura, cor, granulometria, minerais (cristais e amorfos); ii) visuais, tipo de

vegetação, papel da raiz, iii) químicos, presença de nutrientes em suas unidades constitutivas (átomos, íons e moléculas), o tipo de ligação química que eles fazem entre si e com demais átomos, íons ou moléculas) e iv) biológicos, entre outros. E que todas estas variáveis estão sujeitas ao manejo e a exploração do solo.

A atividade proposta, propiciou os alunos a fazer comparações sobre as características do solo que interferem na sua fertilidade.

Aula prática - Visualização do Solo com o uso de Lupas e Celulares

O objetivo desta prática foi levar os alunos a compreenderem que é necessário estender o conhecimento para ampliar nossas percepções.

Eles foram incentivados a observar (com lupa analógica e eletrônica) e identificar diferentes componentes do solo, como partículas minerais, matéria orgânica, fragmentos de rochas e micro-organismos.

As 4 amostras de solo, trazidas por eles, originaram de diferentes locais da região.

Num primeiro momento, cada amostra de solo foi posicionada sobre uma carteira e os alunos passavam e observavam, cada uma delas. Eles discutiam, comparavam suas observações, olhavam de novo.

As principais observações foram registradas por fotos, obtidas com os celulares, ou por registros no caderno.

Para promover a reconciliação integradora, os alunos fizeram desenhos livres, comparando as diferenças e semelhanças nos aspectos visuais das amostras.

3º Momento - Discussão a nível mais complexo

Nesta etapa, os alunos, utilizando seus computadores de mesa e ou celulares, foram direcionados para o "Google acadêmico", para buscar informações sobre a degradação do solo, causas e consequências.

A atividade foi guiada seguindo as orientações: i) defina a busca por palavras-chave. Sugestões: "degradação do solo"; "causas e consequências da erosão", "agricultura", "desmatamento", entre outras. ii) observe a fonte dos resultados obtidos. É possível filtrar os resultados, dê preferência para publicação em revistas com Qualis. iii) identifique entre os artigos encontrados, um ou dois que serão utilizados para leitura e pesquisa.

Ao final desta atividade, os resumos dos artigos selecionados foram lidos em duplas e as informações compartilhadas com a turma. As principais conclusões, registradas no caderno de forma individual.

A partir disto, um Mapa Conceitual - MC, foi elaborado no quadro de giz pela pesquisadora, com a ajuda de todos.

4º Momento – avaliação final

A UEPS só terá sucesso se a avaliação do desempenho dos alunos apresentar evidências de AS, como a ressignificação de conceitos, reavaliação das hierarquias conceituais, capacidade de síntese e de aplicação do conhecimento para resolução de problemas.

Num curto intervalo de tempo, como o que foi disponibilizado para esta UEPS, é impossível verificar se houve AS., No entanto, a repetição do questionário, elaborado inicialmente para identificar os subsunçores, poderá indicar se os alunos ampliaram conceitos ou mudaram de opiniões. As respostas dadas a este questionário, poderão ser comparadas com as respostas dadas inicialmente e, assim intuir a possibilidade de ocorrência da AS.

Desta forma, o Capítulo 4 traz os resultados e discussões obtidos a partir das análises desta pesquisa ação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A elaboração deste trabalho envolveu pesquisas em diversas áreas do saber, como: teorias de aprendizagem, processo ensino e aprendizagem de Ciências no Brasil, documentos normativos como a BNCC, entre outras.

Todo este conjunto de leitura, mostrou que a docência, ao contrário do senso comum, não é fruto de um dom, mas sim, resultado de informação e pesquisa.

Macedo e Caetano (2018, p. 64) nos alertam sobre esta questão. Na citação destes autores “um dom ou ordem vocacional [...] e que no senso comum se confunde ainda com o exercício e um ofício, ocupação, o domínio de uma arte, trabalho e, inclusive, emprego”.

No entanto, a docência se insere dentro de “campos do conhecimento que demandam grandes esforços para que neles se penetrem a fim de colher o néctar do saber” (MACEDO; CAETANO, 2018, p. 67).

A docência deve ser considerada como um ato exercido por um profissional, o qual assume, de acordo com Macedo e Caetano (2018) quatro compromissos principais: com a aprendizagem, o qual visa possibilitar ao aluno aprender, construindo seus conhecimentos; com a ensinagem, o qual consiste em administrar conteúdos, habilidades e valores; ético-político, o qual permite o exercício do pensamento crítico e possibilita a tomada de consciência autônoma; e biográfico (perante a vida), o qual visa possibilitar a valorização das especificidades dos alunos e dos outros, construindo atitudes de convívio consigo próprio (emocionais) e com os outros (sociais).

Ao elaborar a UEPS aqui proposta, ficou explícito o quanto o professor deve conhecer o tema a ser abordado. Isto vai na contra mão da formação fragmentada, oferecida pelos cursos de licenciaturas. Apesar desta questão não ser o foco deste trabalho, é relevante mencionar que Carvalho e Gil-Pérez (2011) apontam a necessidade de reforma na formação docente. Para estes autores, a reforma deve: romper com visões simplistas sobre o ensino, **conhecer a matéria a ser ensinada**, questionar as ideias docentes de senso comum sobre o ensino e aprendizagem, adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem das ciências, saber analisar criticamente o “ensino tradicional”, saber preparar atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva, saber dirigir o trabalho dos alunos, saber avaliar e adquirir formação necessária para articular ensino e pesquisa didática (grifo nosso).

É necessário discutir com o professor sobre as metodologias ativas, o papel da escola no contexto social e o papel do professor neste processo de ensino e aprendizagem.

Quanto a aplicação da UEPS, de modo geral, tivemos resultados exitosos, como mostra as respostas do questionário, disponibilizado para os alunos no “Google Forms” no endereço <https://forms.gle/eqpSQjLM62DGiPv1A>.

Cabe mencionar que o uso de questionários é um recurso didático-pedagógico muito empregado para conhecer os conhecimentos prévios dos alunos (XAVIER, 2021; FREITAS e SERRANO, 2021; SILVA, ALMEIDA e VELOSO, 2021; MARINIAK e HILGER, 2021; SOUZA, 2021; FRASSON e LABURÚ, 2021; GARCIA, 2021; OLIVEIRA E CLAHEIRO, 2021).

As análises das respostas do questionário aplicado inicialmente e no final são descritas a seguir.

A figura 7 mostra o percentual de respostas no primeiro questionamento, para a primeira questão: O QUE É SOLO PARA VOCÊ? ASSINALE A MELHOR DEFINIÇÃO.

Na sequência, figura 8, temos as análises da mesma questão, obtida para o questionário final.

1 – O que é solo para você? Assinale a melhor definição:

22 respostas

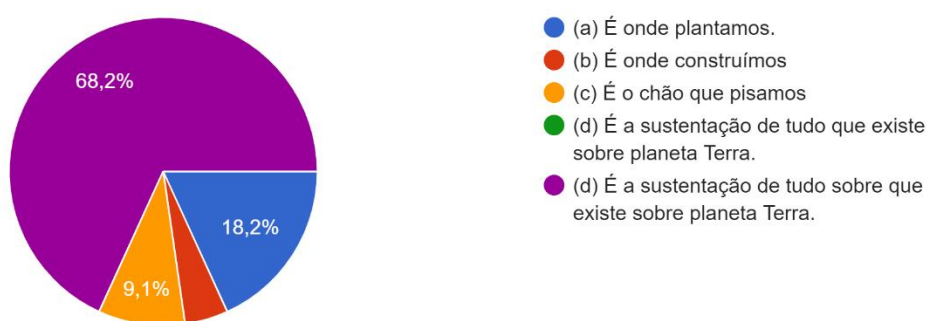


Figura 7: Questão 1 do Google Forms – questionário inicial

Fonte: A autora

De acordo com a figura 7, 4,5% consideram que o solo é onde construímos, 9,1% assinalaram que o solo é o chão que pisamos, 18,2% responderam que o solo é onde plantamos e 68,2% dos alunos entendem que o solo é a sustentação de tudo o que existe sobre o planeta Terra.

1 – O que é solo para vc? Assinale a melhor definição:

20 respostas

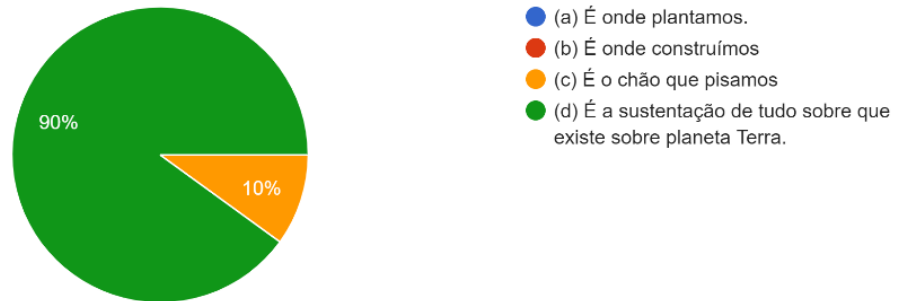


Figura 8: Questão 1 do Google Forms – questionário final

Fonte: A autora

Depois da UEPS, os alunos passam a ver o solo (90% deles) como a sustentação de tudo que existe sobre o planeta Terra. Este item recebeu 68,2% das respostas no questionário inicial. Podemos dizer que a UEPS reforçou a importância do papel do solo para a vida no planeta Terra.

A figura 9 mostra os resultados da questão 2 no questionário inicial e a figura 10 mostra os resultados da mesma questão para o questionário final: CITE, PELO MENOS, DUAS COISAS QUE VOCÊ ACREDITA EXISTIR NO SOLO.



Figura 9: Questão 2 do Google Forms – questionário inicial

Fonte: A autora

Observe que seres vivos e água são os elementos mais citados. O ar aparece em terceiro lugar. Isto mostra que a percepção dos alunos do 7^o ano não é ruim. Eles conseguem perceber que existem elementos nem sempre observados a olho nú.

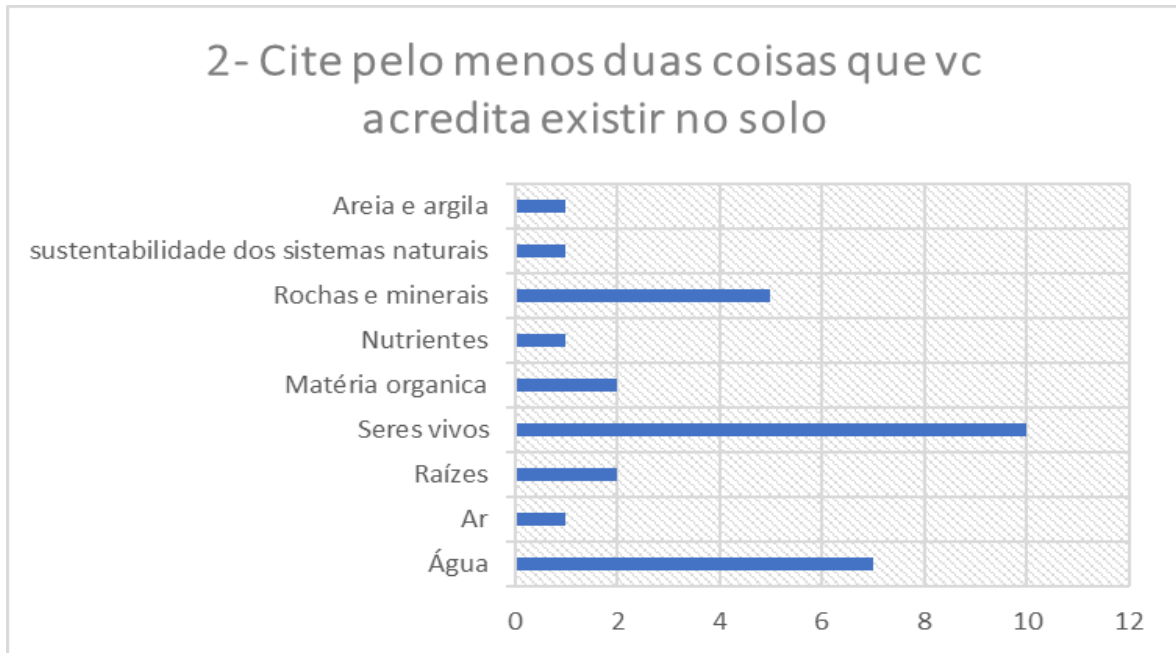


Figura 10: Questão 2 do Google Forms – questionário final

Fonte: A autora

O que mais nos chamou a atenção nas respostas desta questão, depois da aplicação da UEPS, é a ausência da resposta “não sei”. Além disso, as respostas são mais adequadas. Por exemplo, ossos, citado no questionário inicial, não apareceu neste questionário. Observe que os termos que apareceram de fato representam ‘coisas’ que podem fazer parte do solo. Diferente da resposta inicial ‘chão que pisamos’, como obtida no questionário inicial.

A figura 11 mostra as respostas da Questão 3, para o questionário inicial: O SOLO DEVE SER PRESERVADO? JUSTIFIQUE SUA RESPOSTA,

De modo geral, as respostas mostram que os alunos sabem que o solo precisa ser preservado e associam essa preservação com sua função de produção de alimentos (plantações). Nem todos alunos têm clareza sobre o questionamento e dão respostas inadequadas com relação ao sentido da pergunta. Isto não ocorre nas respostas dadas no questionário final.

3 - O solo deve ser preservado? Justifique sua resposta.

- Sim
- Sim o solo tem que ser preservado com água e o sol
- Sim, para fornecer alimento
- Sim por é a sustentação que existe sobre a terra
- Sim, o solo é essencial, é nossa sustentação.
- Sim porque se o solo não for preservado não existiria plantações para nós alimentar.
- Sim, pois sem o solo não temos fonte de alimento, e o ciclo da vida é alterado sem ele,

por que ele interfere na decomposição dos seres vivos.

- Sim, o solo é extremamente importante, ele é nossa sustentação.
- Sim, porque ele é muito importante para a vida seja humana ou não.
- Sim para plantar
- Sim para o planeta
- Sim, porque é importante pro planeta
- Sim, por que os solos preservados reciclam mais nutrientes e acabam sendo mais férteis que os solos normais
- Não sei
- Sim pois o solo é importante para a plantação
- Acho que sim
- Sim, porque ele é importante.
- Porque é onde nos plantamos
- Sim pois plantamos nele
- Sim
- Sim porquê se o solo não fosse preservado não existiria legumes verduras e frutas
- Não sei

Figura 11: Questão 3 do Google Forms – questionário inicial

Fonte: A autora

Veja na figura 12 as respostas do mesmo questionamento apresentado na figura 11, depois da aplicação da UEPS. Observe que as justificativas sobre a preservação do solo são mais abrangentes e se relacionavam à função do solo na produção de alimentos.

3 - O solo deve ser preservado? Justifique sua resposta.

- Sim
- Com água e sol
- Sim, pois é muito importante para a vida em geral, seja humana ou não.
- Sim, sem o solo não teríamos onde morar, andar, construir nem plantar, se ele não existisse - nos nem existiríamos.
- Sim. Para proteger ele
- Sim, pois o solo preservado, tem coisas necessárias para o ser humano, como por exemplo, - - sem o solo não teríamos alimento, ele é um recurso natural de extrema importância.
- Sim, para plantar alimentos...
- Sim sem o solo não haveria comida água casas etc...
- Solos bem manejados têm sua estrutura preservada, favorecendo a infiltração de água, aumentando a recarga dos lençóis freáticos e evitando o escoamento superficial e enxurradas, levando à diminuição das enchentes e da erosão
- Sim, por que um. Solo bem mais preservado e melhor
- Sim sem o solo não haveria nada etc...
- Ele deve ser preservado
- Ele deve ser preservado
- Sim, deve ser preservado por que assim teremos um solo mais saudável

- Sim
- Com certeza, ele é a sustentação de tudo, sem o solo não podemos plantar, nem colher então passaríamos fome, sem contar q pisamos nele, etc. Então de hipótese nenhuma conseguiríamos viver sem ele.
- Pois ele é o que segura os prédios as casas e etc
- Sim pois é dele que retiramos nosso alimento
- Sim, porque é o solo que nos dá uma segurança e também contribui com outros fatores

Figura 12: Questão 3 do Google Forms – questionário final

Fonte: A autora

Sobre o questionamento para quem respondeu afirmativamente à questão 3: **VOCÊ CONHECE ALGUMA TÉCNICA DE PRESERVAÇÃO DO SOLO?**

As respostas dadas antes e depois da aplicação da UEPS, mostram diferenças significativas.

As respostas no questionário inicial foram limitadas a três opções: sim, não e não sei. Essa abordagem restrita pode ter simplificado as respostas dos participantes e não permitido uma exploração mais aprofundada de suas opiniões e conhecimentos.

Já no questionário final, 70% dos alunos responderam ter conhecimento sobre alguma técnica de preservação do solo

Algumas técnicas citadas estão descritas abaixo:

“Sim, Adubação, reflorestamento, irrigação e tratamento de resíduos”

“Sim, para preservar o solo, não usar agrotóxicos ajudaria muito, porque ele deixa o solo fraco, sem nutrientes além de fazer mal para nós”;

“Sim. A adubação, o plantio, irrigação, o arejamento e o tratamento de resíduos adubo, água”;

“A conservação do solo vai de encontro com a conservação da água, uma vez que solos bem manejados e em equilíbrio possuem grande capacidade de retenção de água pluvial que, ao ser absorvida, é aproveitada pelas raízes das plantas”.

Tal resultado demonstra a efetividade da UEPS pois, permitiu com que os alunos ampliassem seus conhecimentos sobre algumas técnicas para a preservação do solo.

Quanto a questão 5: **VOCÊ PERCEBE DEGRADAÇÃO DO SOLO NO AMBIENTE ONDE MORA?**

As respostas do questionário inicial foram monossilábicas. 6 alunos responderam simplesmente NÃO, 4 alunos responderam SIM e 12 responderam NÃO SEI.

Este padrão mostra a dificuldade dos alunos em concretizar suas crenças pela observação dos fenômenos do cotidiano. Ou seja, eles captam algumas das crenças disseminadas sobre a necessidade de preservação, mas não compreendem o que exatamente isto significa ou como isto se concretiza na prática.

Depois da aplicação da UEPS, as respostas a esta questão são mais assertivas. Os alunos mostraram maior compreensão sobre a caracterização de um solo degradado e a importância de sua preservação. Eles associaram a presença de vegetação e minhocas com solo saudável e também diferenciaram a fertilidade pela cor da terra.

As análises do último questionamento: ASSINALE COM UM X NA MELHOR RESPOSTA SOBRE A IMPORTÂNCIA DO SOLO PARA A VIDA DOS SERES VIVOS (HOMENS E ANIMAIS), estão nas figuras 13 e 14.

6- Assinale com um x na melhor resposta sobre a importância do solo para a vida dos seres vivos (homens e animais)

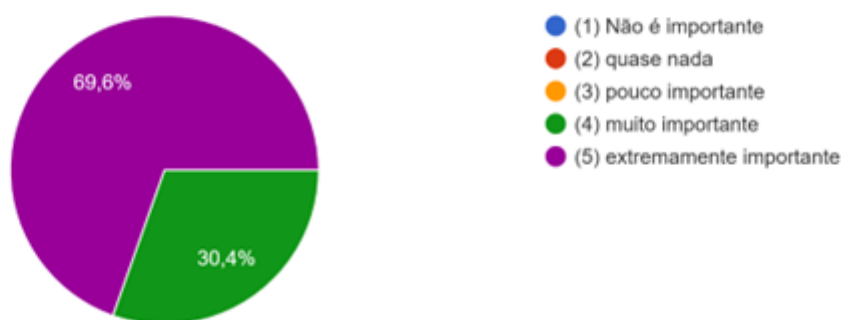


Figura 13: Questão 6 do Google Forms – questionário inicial

Fonte: A autora

No questionário inicial, como mostra a figura 13, 69,6% considera o solo extremamente importante para os seres vivos e 30,4% o avaliaram como muito importante.

Porém, inesperadamente, apesar de a porcentagem dos alunos que consideram o solo extremamente importante (78,9%) ter aumentado, em comparação aos resultados obtidos no questionário inicial (69,6%). Alguns alunos o

consideraram pouco importante (5,3%). Acreditamos que este percentual represente a falta de conexão entre o tema do solo e seus interesses pessoais, falta de conscientização sobre os impactos do solo na sustentabilidade ambiental, ou simplesmente uma visão mais limitada em relação à relevância do solo em comparação com outros assuntos. É importante notar que essas são apenas suposições e que cada aluno pode ter suas próprias razões individuais para considerar o solo pouco importante. É difícil saber ao certo por que aqueles alunos consideraram o solo pouco importante sem maiores contextos ou informações.

6- Assinale com um x na melhor resposta sobre a importância do solo para a vida dos seres vivos (homens e animais)

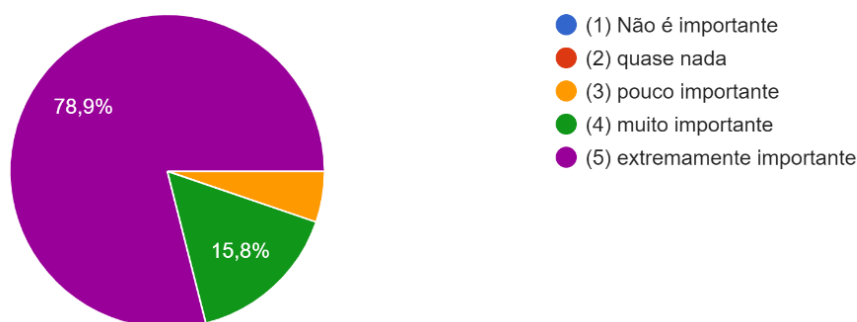


Figura 14: Questão 6 do Google Forms – questionário final
Fonte: A autora

Depois que o questionário foi respondido pela primeira vez, individualmente, os alunos socializaram suas respostas em duplas. Cada dupla formada recebeu a cópia de um texto que se encontra no Apêndice 1, abordando conhecimentos gerais sobre o solo. O texto foi lido e discutido. Os principais resultados foram compartilhados.

Alguns alunos se mostraram surpresos com a importância da composição do solo para o desenvolvimento das plantas, e como o desmatamento e a agricultura intensiva podem afetar a qualidade do solo.

Durante a atividade surgiu uma discussão sobre o plantio de hortas caseiras.

Para que toda esta discussão fosse mais uma vez revisitada, favorecendo a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, os alunos observaram, utilizando lupa analógica e digital, 4 amostras de solos, trazidas por alguns alunos

de pontos diferentes do município. As figuras 15 e 16 mostram o entusiasmo dos alunos nesta atividade.



Figura 15: Registro da atividade prática

Fonte: A autora



Figura 16: Registro da atividade prática
Fonte: A autora

Apesar de ser uma atividade simples, os alunos se motivaram, fizeram observações, comparações e discutiram aspectos conceituais sobre o solo.

Como metodologia de fixação destas importantes observações, eles fizeram desenhos livres (figura 17).



Figura 17: Registro de desenhos livres sobre a importância do solo

Fonte: A autora

Durante a elaboração dos desenhos, pude perceber o quanto eles trocaram informações sobre cor, presença de seres vivos no solo, tipo de vegetação, presença da água, entre outros fatores que caracterizam o ambiente.

A utilização do texto, a atividade de campo e apresentação das características por meio de desenhos trouxeram autonomia para o aluno.

Num momento posterior, realizamos uma pesquisa no Google Acadêmico.

O Google Acadêmico é uma plataforma que indexa artigos científicos, teses, dissertações e outras publicações acadêmicas de diversas áreas do conhecimento. Esta atividade foi importante para mostrar a necessidade de se conhecer fontes seguras para a pesquisa. Além disso, mostramos como fazer pesquisas utilizando palavras-chave como "degradação do solo", "causas da degradação do solo" e "consequências da degradação do solo", entre outras. As palavras-chave foram selecionadas com o intuito de obter resultados relevantes e específicos,

relacionados ao tema de estudo. Cada um dos alunos selecionou um ou dois dos artigos encontrados para fazer a leitura do resumo.

Eles compartilharam as informações, discutiram resultados dos artigos, compararam suas observações e fizeram análises sobre as semelhanças e diferenças. Esta dinâmica permitiu uma visão abrangente sobre as causas da degradação do solo. Foram identificados fatores como a contaminação, uso inadequado de agrotóxicos, urbanização desordenada, compactação do solo, desmatamento e mudanças climáticas.

Quanto às consequências da degradação do solo, destacaram a perda de fertilidade, diminuição da produtividade agrícola, degradação dos recursos hídricos, aumento da vulnerabilidade a enchentes e propriedades da terra, diminuição da biodiversidade e o impacto negativo na qualidade de vida das comunidades suportadas.

Os estudantes também foram instigados a refletir sobre a importância do solo como recurso natural imprescindível para a manutenção da vida, especialmente no que se refere à agricultura e conservação e manutenção dos ecossistemas.

Na sequência, elaboramos um mapa conceitual de forma coletiva. O resultado está exposto na figura 18. O mapa conceitual mostra a hierarquização organizada dos principais conceitos relacionados ao tema. As conexões entre os conceitos permitiram a compreensão das relações de causa e efeito, influência mútua e dependência entre os diferentes elementos do estudo dos solos. Isso auxiliou na construção de um conhecimento mais integrado e sistêmico sobre o assunto.

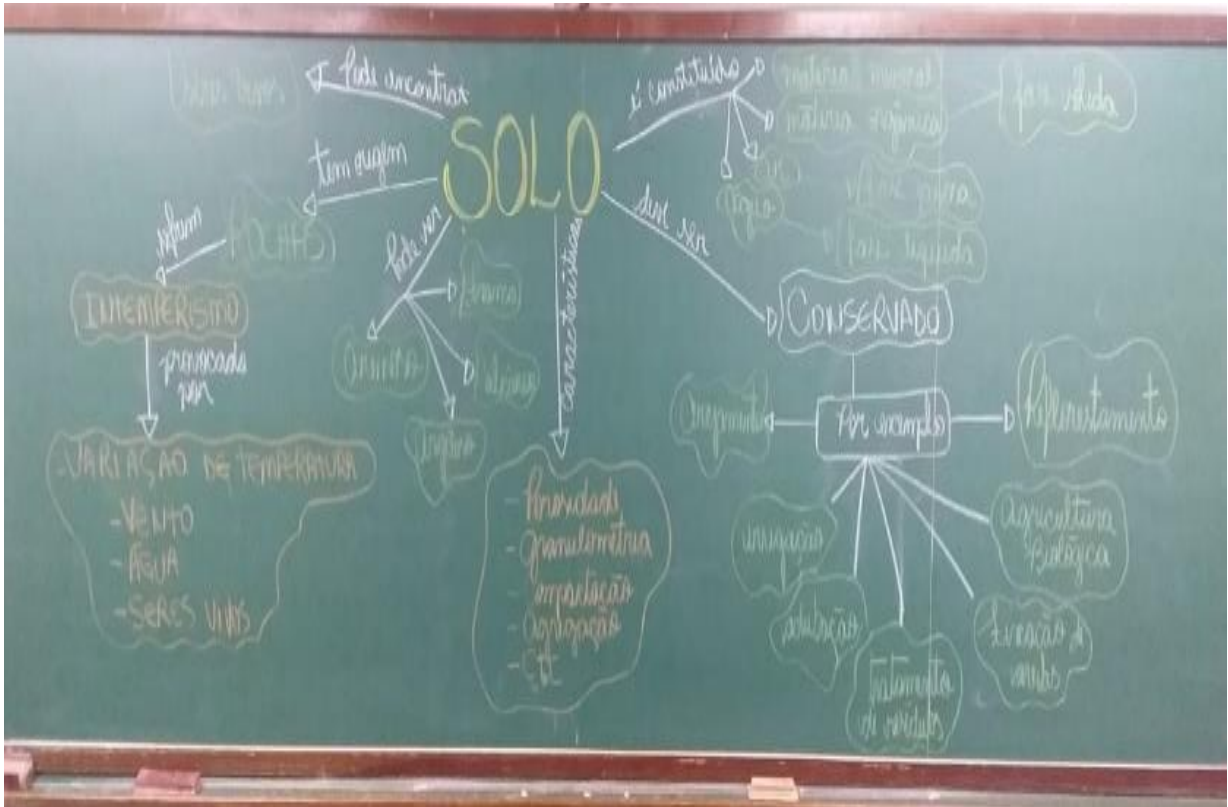


Figura 18: Mapa Conceitual construído coletivamente

Fonte: A autora

O uso de sucessivas atividades está cada vez mais difundido no ensino de ciências. Isto porque, de acordo com Piffero, Coelho e Lucchese (2020) o dinamismo fortalece o desenvolvimento e entendimento dos conteúdos em sala de aula.

Aqui pudemos observar que as atividades estimularam os alunos, aguçaram a curiosidade e oportunizaram a autonomia reflexiva de sua experiência de vida.

Apesar de escolhermos as análises do questionário como forma de avaliação, o resultado final do MC ficou satisfatório e mostrou que os alunos conseguiram sintetizar hierarquicamente conceitos relevantes sobre o tema. Segundo Moreira (2011) a avaliação da aprendizagem por meio da UEPS necessita ser realizada ao longo de sua prática, anotando tudo que possa ser julgado indicativo de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado, já que é nesse período que se proporciona aos alunos a manifestação individual de que o conhecimento foi obtido.

As fotos abaixo, figuras 19 e 20, mostram os alunos respondendo o questionário final, cujo resultados já foram apresentados em paralelo com o questionário inicial.



Figura 19: Foto dos alunos respondendo ao questionário final.
Fonte: A autora



Figura 20: Foto dos alunos respondendo ao questionário final.
Fonte: A autora

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego de procedimentos didáticos diferenciadas adotado dentro de um momento para o ensino de ciências é um colaborador expressivo na procura pela qualificação do panorama educacional contemporâneo.

A idealização de UEPS acarreta amplos benefícios, já que vem de embate com os objetivos traçados pela BNCC e proporciona inúmeras probabilidades para atender as necessidades particulares de cada aluno, possibilitando diferentes formas de estudar, aprender a avaliar o conteúdo “solo”.

A UEPS sugerida neste trabalho utilizou-se de diversos recursos e instrumentos que podem promover a adesão de uma temática de grande amplitude, como é o caso do solo, na possibilidade da conexão de uma Educação Ambiental Crítica para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa Crítica.

No entanto, a elaboração deste trabalho evidenciou o que alguns pesquisadores já apontam, a necessidade de o professor ter amplo conhecimento sobre o tema que irá abordar. Para elencar os conceitos de forma hierarquizada é necessidade ter uma visão completa e multidisciplinar. Isto vai na contra mão da formação docente e dos livros didáticos do Brasil. Não é escopo para este trabalho, mas os professores do Brasil se utilizam massivamente de livros didáticos que apresentam um conteúdo fragmentação e descontextualizado.

A elaboração de uma UEPS exige do professor, em muitas situações, principalmente para a apresentação de um determinado tema como uma unidade de ensino, a elaboração do seu próprio material didático. Isto dificulta o trabalho docente dentro deste pilar teórico porque não há espaço de tempo disponível para isto.

Os resultados indicam que a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) é uma abordagem eficaz para facilitar uma aprendizagem significativa e, por consequência, promover o desenvolvimento de habilidades de alfabetização científica, através da formação crítica em relação aos valores ambientais. Os estudantes podem ter adquirido um entendimento das principais preocupações relacionadas à gestão do solo, buscando a preservação de suas propriedades físicas, químicas e biológicas, e como essas propriedades estão conectadas ao avanço tecnológico e econômico.

Assim, este trabalho aponta para novas pesquisas sobre as políticas educacionais que devem ser alinhadas com os pilares teóricos da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel.

REFERÊNCIAS

AKSENER, E. Z.; MIGUEL, M. E. B. Desvelando os exames de admissão ao ginásio na educação paranaense. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, SP, v. 14, n. 58, p. 230–243, 2015. DOI: 10.20396/rho.v14i58.8640390. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8640390>. Acesso em: 5 mar. 2023.

ALLEONI, L.R.F.; MELLO, J.W.V.; ROCHA, W.S.D. Eletroquímica, adsorção e troca iônica no solo. In: MELO, V.F.; ALLEONI, L.R.F. eds. **Química e mineralogia do solo: Parte I - Conceitos Básicos**. Viçosa: SBCS, 2009. p.69-129.

ANDRADE M. L. F. & MASSABNI V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciênc. educ.** 2011.17: (4).

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Plátano Edições Técnicas Lisboa. 1ª Ed. 35p. 2002.

AUSUBEL, DP, NOVAK, JD, & HANESIAN, H. (1983). **Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo**. México: Trillas.

BATISTA, M.A., INOUE, T.T., ESPER NETO, M., and MUNIZ, A.S. **Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral**. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., and GOTO, R., comps. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: EDUEM, 2018, pp. 113-162. ISBN: 978-65-86383-01-0. <https://doi.org/10.7476/9786586383010.0006>.

BATISTA, Renata F. M. e SILVA, Cibelle Celestino. A abordagem históricoinvestigativa no ensino de Ciências. **Estudos avançados** 32 (94), 2018. Disponível em <https://www.scielo.br/j/ea/a/7ZbhwnLJDXrwrN7n98DBcLB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 de março de 2022

BRASIL. Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961. **Fixa as Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Disponível em www.fc.unesp.br/~lizanata/LDB%204024-61.pdf. Acesso em: 9 set. 2022.

BRASIL, Ministério da Educação, (1997). Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental. Brasília, MEC/SEF.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Documento homologado pela Portaria nº 1.570, publicada no D.O.U. de 21/12/2017, Seção 1, Pág. 146. Brasília, 21 de dezembro de 2017. 2018.

BUCKMAN & BRADY. **Natureza e propriedades dos solos**. Ed. Freitas Bastos, Rio de Janeiro, 1976.

CANEPELLE, Eduardo. KERKHOFF, Jessica Taís. WRITZL, Thaniel Carlson. STEIN, Jackson Eduardo Schmitt. SILVA, Danni Maisa da. REDIN, Marciel. **Ciência**

do solo nas escolas de ensino fundamental e médio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.8, n.3, p.41-50, setembro, 2018

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino e aprendizagem de Ciências:** referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas - (SEI). In: LONGHINI, Marcos Daniel. (Org.). O uno e o diverso na educação. Uberlândia: EDUFU, 2011. cap. 18. p. 253 – 266.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações.** São Paulo: Cortez, 2011.

COELHO, F.S.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do solo.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 1973.384p.

DATRINO, R. C. & DATRINO I. F. & MEIRELES, P. H. Avaliação como processo de ensino aprendizagem. **Revista de Educação.** 2010. 13: (15)

DO CARMO, Marina Conceição; CUNICO, Jonas Machado; SANTOS, Marta Raiara Gomes; SILVA, Poliana Kefler Monteiro da; SIQUEIRA, Marcos Gomes de. Densidade e porosidade do solo em pastagem recuperada e degradada, na amazônia ocidental. Agrarian academy, **Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.5, n.9; p. 153. 2018

DUARTE, N. **Vigotski e o “aprender a aprender”:** crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria Vigotskiana. Campinas: Autores Associados, 2000

DUARTE, N. **As pedagogias do “aprender a aprender” e algumas ilusões da assim chamada sociedade do conhecimento.** 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n18/n18a04.pdf> Acesso em: 25 out 2022

ESPEJO-FLORES, J.L. Evaluación del Aprendizaje Significativo con critérios ausubelianos prácticos. Un aporte desde la enseñanza de la bioquímica. **Investigación y Postgrado**, [s. l.], v. 33, ed. 2, p. 9-29, 2018.

FACCIN, F.; GARCIA, I. K. Proposta de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre temperatura. Aprendizagem Significativa em Revista/**Meaningful Learning Review**, v. 7, n. 2, p. 18-28, 2017.

FERNANDES, E. David Ausubel e a aprendizagem significativa. **Revista Nova Escola**, dez. 2011. Disponível em http://www.robertexto.com/archivo3/a_teorias_ausubel.htm. Acesso em 27 abr. 2022.

FRASSON, Fernanda; LABURÚ, Carlos Eduardo. Oficina de culinária: uma estratégia para a promoção da aprendizagem significativa de procedimentos. **Revista Valore**, [S.l.], v. 6, p. 663-678, jul. 2021. ISSN 2526-043X. Disponível em: <<https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/839>>. Acesso em: 27 maio 2022.

FREITAS, Savana dos Anjos; SERRANO, Agostinho. Um estudo da aprendizagem significativa do modelo do átomo de bohr com estudantes do ensino fundamental: sequências didáticas sob a perspectiva da tmc baseada em ueps. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas-RS – Brasil. **Revista Valore**, Volta Redonda, 6 (Edição Especial): 1680-1696., 2021. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/907>. Acesso em: 27 maio. 2022.

GASPAR, Alberto. Cinquenta anos de Ensino de Física: Muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor. In: **XV Encontro de Físicos do Norte e Nordeste**, 1997, Natal, RN.

GARCIA, Gerson. **Construção, implementação e avaliação de uma unidade potencialmente significativa para o ensino-aprendizagem do conceito de campo eletromagnético**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2021. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/28595>. Acesso em: 27 maio. 2022.

HAZEN, R. M.; TREFIL J.. Saber ciência: Cultura, 1995.

LIMA, Jhones da Silva. **Análise do tema solos na disciplina de geografia na nova base Nacional Comum Curricular**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. 77p. 2022

LORENZETTI, L.. DELIZOICOV, D.. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências. v. 3, n. 1, jun/2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/N36pNx6vryxdGmDLf76mNDH/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 12 dez. 2021.

LUCHESE, E.B.; FAVERO, L.B.; LENZI, E. Trocas iônicas. In: **Fundamentos da química do solo: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2001. 159 p.

MACEDO, S. M. F.; CAETANO, A. P. V. **A aliança entre ética, ética profissional e educação**. Curitiba: CRV, 2018.

MARINIAK, M.; HILGER, T. Proposta de UEPS sobre energia e sua lei de conservação. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 6, p. 633-644, 8 out.

MELO, Vander de Freitas, ALLEONI, Luís Reynaldo Ferracciú. **Química e Mineralogia do solo. Volume 1**. Viçosa, Minas Gerais, 2009. 1ª edição. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Pág. 75

MELO, V.F.; LIMA, V.C. **Poluição do solo, crescimento de plantas e poluição ambiental**. In: LIMA, V.C., LIMA, M.R.; MELO, V.F. (Eds.) O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007. p. 27-48.

MEURER, E.J.; RHEINHEIMER, D.; BISSANI, C.A. Fenômenos de sorção em solos. In: MEURER, E.J. (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. 3. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2006. p. 117-162.

MEURER, E.J.; RHEINHEIMER, R.D; BISSANI.C.A. Fenômenos de Sorção em solos. In: MEURER, E.J. **Fundamentos de Química do Solo**. 6.ed., Porto Alegre: [s.n.], 2017, p. 113- 144.

MILLER, J. D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review. **Daedalus**, n. 112, p. 29-48, 1983. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/844760/mod_resource/content/1/MILLER_A_conceptual_overview_review.pdf>. Acesso em: 20 maio 2022.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora da UnB. 1999.

MOREIRA M.A; MASSINI E.F.S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David P. Ausubel. 2.ed. São Paulo: Centauro Editora, 2009

MOREIRA, M.A. (2000). **Ensino de Física no Brasil**: Retrospectivas e Perspectivas, Revista Brasileira de Ensino de Física, 22(1), 94-99.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas** - UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista, Porto Alegre, 2011. 1(2), 43-63.

MOREIRA, Marco Antonio. MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel, São Paulo**: Centauro, 2ª ed, 4ª reimpressão, 2017.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. **Noções básicas de Epistemologias e Teorias de Aprendizagem como subsídios para a organização de Sequências de Ensino-Aprendizagem em Ciências/Física**. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

MOREIRA, M. A., MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: A teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

NETO, M. M; ANTONIO JUNIOR. Informática Aplicada ao ensino de ciencias: Diferenciação Progressiva e Reconciliação integradira. Universidade Federal do Ceará- Departamento de Computação. Disponível em: <https://maumneto.github.io/iaec/material/AULA%20XX%20-%20DIFERENCIACAO%20PROGRESSIVA%20E%20RECONCILIACAO%20INTEGRADORA%20%28Atualizada%29.pdf>. Acesso em: 06 de maio de 2023

NUNCIO, A. P. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para o corpo humano no ensino de ciências. **Scientia Cum Industria**, v. 4, n. 4, p. 212-215, 2016. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/view/4902>. Acesso: em 3 abril 2023.

PIFERO, E. de LF; COELHO, CP; LUCCHESI, MM Proposta de unidades de ensino potencialmente significativas para o estudo das fontes de energia. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 9, n. 7, pág. e17973631, 2020. DOI:

10.33448/rsd-v9i7.3631. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3631>. Acesso em: 9 jun. 2022.

PISA, RELATÓRIO BRASIL NO PISA 2018. DIRETORIA DE AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA. Ministério da Educação. 2018. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/relatorio_brasil_no_pisa_2018.pdf. Acesso em: 07 de maio de 2023.

RABER, D. A.; GRISA, A. M. C.; BOOTH, I. A. S. Aprendizagem Significativa no Ensino de Ciências: uma proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre Energia e Ligações Químicas. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, RS, v. 7, n. 2, p. 64-85, 2017.

RIBEIRO, KD; SOUZA, LK CORRELAÇÃO ENTRE GRANULOMETRIA E MATÉRIAS ORGÂNICAS DO SOLO COM LIMITES DE ATTERBERG. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Tupã, São Paulo, Brasil, v. 12, n. 2, pág. 185–196, 2018. DOI: 10.18011/bioeng2018v12n2p185-196. Disponível em: <https://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/663>. Acesso em: 27 abr. 2022.

ROMANELLI, Otaíza de O. **História da educação no Brasil (1930/1973)**. 8ª Ed. Petrópolis: Vozes, 1986.

RONCH, S. F. A.; ZOCH, A. N.; LOCATELLI, A. Aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para introdução dos conteúdos de química e biologia no ensino médio. **Revista Polyphonia**, v. 26, n. 2, p. 129-142, 2015.

ROSA, Cleci Werner da. ROSA, Álvaro Becker da. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. Vol 58 No 2 (2012): Edição Especial /**Didática das Ciências e da Matemática**. Disponível em: <https://doi.org/10.35362/rie5821446> Acesso em: 09/01/2023

RUELLAN, A. (1987). Contribuição de pesquisas em zona tropical ao desenvolvimento da Ciência do Solo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 21, Campinas, SP. **Anais...Campinas:SBCS**, 1988. p. 405-414

SACRISTÁN, J. Gimeno; GÓMEZ, A. I. Pérez. **Comprender e transformar o ensino**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SANTANA, Ronaldo Santos. CAPECCHI, Maria Candida Varone de Moraes. FRANZOLIN, Fernanda. O ensino de ciências por investigação nos anos iniciais: possibilidades na implementação de atividades investigativas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** Vol. 17, Nº 3, 686-710 (2018). Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC_17_3_9_ex1245.pdf. Acesso em 25 de março de 2022

SAVIANI, Dermeval. Sistema nacional de educação articulado ao plano nacional de educação. **Revista Brasileira de Educação**, v. 15, n. 44, Rio de Janeiro/RJ, maio/ago. 2010a. pp. 380-412. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v15n44/v15n44a13.pdf> . Acesso em: 21 mar. 2022.

SCHWERTMANN, U.; STANJEK, H.; BECHER, H.H. **Long-term in vitro transformation of 2-line ferrihydrite to goethite/hematite at 4, 10, 15 and 25°C.** *Clays Minerals*, 39, 433-438, 2004.

SILVA, Leonilda do Nascimento da. ALMEIDA, Cassia Patricia Muniz de. VELOSO, Maria Sônia Silva Oliveira. Plataforma moodle no ensino: uma proposta de aprendizagem na formação de conceitos de ciências. **Revista Valore**, Volta Redonda, 6 (Edição Especial): 1185-1199, 2021. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/875/652> Acesso em: 27/05/2022

SOUZA, G. F. de; PINHEIRO, N. A. M.; MIQUELIN, A. F. Mapas conceituais no ensino de ciências: uma proposta para a aprendizagem significativa de conceitos científicos nos anos iniciais. **Educere et Educare**, [S. l.], v. 13, n. 30, p. DOI: 10.17648/educare.v13i30.17952, 2018. DOI: 10.17648/educare.v13i30.17952. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/educereeteducare/article/view/17952>. Acesso em: 27 jul. 2022.

SOUZA, A. dos S.; FURRIER, M.; LAVOR, L. F. de. Solos nos livros didáticos: contextualização e proposta de mapas didáticos. **Terrae Didactica**, Campinas, SP, v. 17, n. 00, p. e021010, 2021. DOI: 10.20396/td.v17i00.8663686. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8663686>. Acesso em: 25 mar. 2022

SZMRECSÁNYI, Tamás. "O Papel das Políticas Governamentais na Modernização da Agricultura Brasileira". In: **História & Perspectiva** n.10, jan/jun 1994.

VITAL, Adriana de Fátima Meira; BARBOSA, Ivson de Sousa; DOURADO, Marta Tamires de Farias; ARAÚJO, Jessica Micaele Mota de; EMÍDIO, Rogerio Andrade. Arte com terra como inovação para o ensino de solos. Congresso Nacional de pesquisa e ensino em ciências – CONAPESC. **Anais...2020**

XAVIER, Kélen da Silva. **O eletromagnetismo no ensino de ciências: uma proposta de utilização de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)**. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Araranguá, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/227058>. Acesso em: 27 maio. 2022.

ZABALA, A. **A prática educativa**. Porto Alegre: Ed. ArtMed, 1998.

ZANATTA, S. C.; LEIRIA, T. F. Uma Análise da Natureza Epistemológica das Atividades Experimentais. **Ensino & Pesquisa**, v. 16, n. 1, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422004000200027> Acesso em: 9 set. 2022.

ZANATTA, Shalimar Calegari; SILVA, Anna Beatriz Azevedo; CARVALHO, Hercília Alves Pereira de; ZANATTA, Alisson Calegari. O esvaziamento e a fragmentação do

conteúdo como protagonistas da disseminação das Fakes News: o caso do termômetro infravermelho. **Revista Prática Docente**, v. 7, n. 1, e027, 2022.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

TEXTO INFORMATIVO

O QUE É SOLO

O solo desempenha um papel fundamental na sustentação da vida vegetal, fornecendo suporte mecânico, água, oxigênio, calor e nutrientes essenciais para o crescimento das plantas. Além disso, o solo atua como um importante regulador do fluxo de água e solutos, filtrando e degradando resíduos, armazenando e ciclando nutrientes e outros elementos na biosfera terrestre.

A composição do solo varia de acordo com fatores como umidade, incidência solar, vento, organismos vivos, clima e biodiversidade local. Geralmente, o solo é composto por três fases distintas: sólida, líquida e gasosa. A fase sólida consiste em matéria orgânica e inorgânica, incluindo minerais ínfimos provenientes da desintegração das rochas e materiais orgânicos provenientes de plantas e animais em matéria orgânica. A fase líquida é composta pela solução do solo, onde estão presentes os elementos químicos essenciais para as plantas. A fase gasosa é resolvida pelo ar presente nos espaços porosos do solo.

A formação do solo ocorre por meio do processo de intemperismo, que consiste na desagregação das partículas das rochas e minerais, alterando suas propriedades químicas. Esse processo é influenciado por fatores como o material de origem, o clima, a atividade biológica, o tempo, a hidrografia e a topografia da área. À medida que ocorre a desintegração das partículas, o solo evolui e cresce, desenvolvendo-se de forma mais profunda.

Existem diferentes tipos de solo, determinados pela localização, processo de formação e condições ambientais. Alguns exemplos incluem solos arenosos, que possuem alta presença de areia e baixa umidade; solos argilosos, que são menos arejados e mais compactados, retendo mais umidade; e solos siltosos, que apresentam alta concentração de silte e são mais expressivos à expressão.

A qualidade do solo pode ser avaliada por meio de indicadores visuais, físicos, químicos e biológicos. Indicadores visuais podem incluir mudanças de cor, escoamento superficial e resposta das plantas. Os indicadores físicos estão relacionados à estrutura e à porosidade do solo, enquanto os indicadores químicos

envolvem pH, salinidade e capacidade de troca de cátions. Os indicadores biológicos incluem a presença de matéria orgânica, diversidade de espécies e atividade microbiológica.

Em conclusão, o solo desempenhado funciona na manutenção da biodiversidade, nas atividades respiratórias e na qualidade de vida. É essencial promover a preservação e o cuidado com o solo, por meio de políticas públicas e práticas de consumo, a fim de garantir seu uso adequado e bem-estar das gerações presentes e futuras.