



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL



CLAYSSON XAVIER DA SILVA

HORTA ESCOLAR: UMA UEPS PARA O ENSINO DE ÁCIDOS, BASES E pH

**Campo Grande – MS
2021**

CLAYSSON XAVIER DA SILVA

HORTA ESCOLAR: UMA UEPS PARA O ENSINO DE ÁCIDOS, BASES E pH

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), Instituto de Química, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Prof^a Dr^a Daniele Correia

**Campo Grande – MS
2021**

TERMO DE APROVAÇÃO

CLAYSSON XAVIER DA SILVA

HORTA ESCOLAR: UMA UEPS PARA O ENSINO DE ÁCIDOS, BASES E pH

Dissertação apresentada ao Programa Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para a obtenção do título de Mestre em Química.

Campo Grande, MS, 13 de Dezembro de 2021.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Daniele Correia
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof^a Dr^a Adriana Pereira Duarte
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof^a Dr^a Lisiane Barcellos Calheiro
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser presença nos momentos felizes e meu refúgio diante de todas as dificuldades.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

À professora Dr^a Daniele Correia pela orientação, inspiração, paciência, acolhimento, colaboração e confiança em todo percurso da pesquisa, exemplo de ser humano.

Ao Programa de Pós-Graduação e ao Mestrado Profissional em Rede Nacional PROFQUI representado pela Prof^o Dr^o Walmir Silva Garcez e por todo corpo docente, que colaboraram ativamente no meu processo de formação.

À professora Dr^a Adriana Pereira Duarte pela correção e contribuições na banca de defesa.

À professora Dr^a Lisiane Barcellos Calheiro pela correção e contribuições na banca de defesa.

Aos meus companheiros de Mestrado e em especial a Carla Francez e Bruno Ximenes que sempre me incentivaram e acolheram nos momentos difíceis.

À minha esposa por estar sempre ao meu lado, acreditando e incentivando.

À minhas filhas, Fernanda Xavier e Izabella Xavier que mesmo pequenas compreenderam o motivo de minhas ausências e meu esforço.

À cada pessoa envolvida direta ou indiretamente na realização desta pesquisa.

Dedicatória

Dedico a minha família, meu porto seguro.

RESUMO

As atuais orientações curriculares para o ensino de química demandam que os professores utilizem diferentes estratégias didáticas para promover a aprendizagem significativa. Nesse sentido, é cada vez maior a necessidade de contextualizar os conteúdos de Química de forma a cultivar o pensamento crítico dos estudantes sobre o mundo que os cerca. Nessa perspectiva, a horta escolar se mostra como um tema que desperta o interesse nos estudantes, podendo integrar a aprendizagem significativa como o cotidiano dos estudantes. Assim, o objetivo desta pesquisa foi elaborar um produto educacional com a temática horta escolar para o ensino de ácidos, bases e pH e submetê-lo à avaliação de professores de química da educação básica. O produto educacional desenvolvido é voltado ao professor de química, e possui textos e atividades experimentais para serem aplicadas junto aos estudantes. Os materiais sugeridos nas atividades propostas são de fácil acesso, possibilitando a aplicação na maioria das escolas. Vídeos dos experimentos e os roteiros em formato para impressão estão disponíveis em QR Code. A pesquisa foi de cunho qualitativo sem a intervenção do pesquisador, e o instrumento de coleta de dados foi do tipo formulário aberto, possibilitando aos participantes expressar suas opiniões a respeito do produto educacional. A análise dos dados possibilitou concluir que o produto educacional elaborado possui linguagem acessível, diagramação adequada e pode contribuir para a aprendizagem significativa dos conceitos de ácidos, bases e pH.

Palavras-chave: Horta escolar; atividades experimentais; UEPS; ensino de ácidos, base e pH.

ABSTRACT

Teaching chemistry requires teachers to use different strategies to contextualize contents and promote students' critical thinking about the world around them. From this perspective, the topic of school garden raises the students' interest and can integrate meaningful learning of chemistry content with the students' daily lives. Thus, our research goal was to develop an educational product focused on the school garden topic for the teaching of acids, bases, and pH, and subject it for evaluation by chemistry teachers. The educational product is based on the Meaningful Learning Theory (MLT) and is aimed at chemistry teachers, including diversified activities, such as a theoretical deepening, suggested classroom activities, and experimental exercises involving physical and chemical soil analysis (videos of the experiments and the scripts in printable format are available in QR Code). The educational product was evaluated by four high school chemistry teachers from different public educational institutions. The research was qualitative and without the researcher's intervention. Data collection instrument was an open-ended questionnaire, allowing the participants to express their opinions on the matters. The analysis of the results demonstrates that the educational product has accessible language, adequate layout and can contribute to the meaningful learning of the concepts of acids, bases, and pH.

Keywords: School garden; experimental activities; PSTU; teaching of acids, base and pH.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa conceitual elucidando as formas e tipos de aprendizagem significativa. Fonte: Moreira (2013).....	31
Figura 2. Esquema representativo de um mapa conceitual.	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Sequência de passos para a construção de uma UEPS.....	37
Quadro 2 - Indicação dos passos e atividades da UEPS.	43
Quadro 3 – Resposta dos professores para a primeira pergunta.....	112
Quadro 4 – Resposta dos professores para a segunda pergunta.....	113
Quadro 5 – Resposta dos professores para a terceira pergunta.....	113
Quadro 6 – Resposta dos professores para a primeira pergunta.....	114
Quadro 7 – Resposta dos professores para a segunda pergunta.....	115
Quadro 8 – Resposta dos professores para a terceira pergunta.....	115
Quadro 9 – Resposta dos professores para a quarta pergunta.....	116
Quadro 10 – Resposta dos professores para a quinta pergunta.....	117
Quadro 11 – Resposta dos professores para a sexta pergunta.	118
Quadro 12 – Resposta dos professores para a sétima pergunta.	119
Quadro 13 – Resposta dos professores para a oitava pergunta.	120
Quadro 14 – Resposta dos professores para a nona pergunta.....	120
Quadro 15 – Resposta dos professores para a décima pergunta.	121
Quadro 16 – Resposta dos professores para a décima primeira pergunta.	122
Quadro 17 – Resposta dos professores para a primeira pergunta.....	123
Quadro 18 – Resposta dos professores para a segunda pergunta.....	124
Quadro 19 – Resposta dos professores para a terceira pergunta.....	125
Quadro 20 – Resposta dos professores para a quarta pergunta.....	125
Quadro 21 – Resposta dos professores para a quinta pergunta.....	126
Quadro 22 – Resposta dos professores para a sexta pergunta.	127

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	10
1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Experimentação no ensino de química	16
2.2 Sobre ácidos, bases e pH	20
2.3 Horta escolar e o ensino de química	23
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	26
3.1 Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.....	26
3.1.1 Formas e tipos de Aprendizagem Significativa.....	29
3.1.2 A organização do ensino sob a ótica da Aprendizagem.....	32
3.1.3 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS	36
3.2 Mapas Conceituais	40
4 O PRODUTO EDUCACIONAL	43
5 PERCURSO METODOLÓGICO	109
5.1 Sujeitos envolvidos na pesquisa	109
5.2 Coleta de Dados	110
5.4 Análise dos dados.....	111
5.4.1 Categoria 1: Perfil do(a) Professor(a).....	112
5.4.2 Categoria 2: Organização e conteúdo dos capítulos do produto educacional	114
5.4.3 Categoria 3: Estética, estilo de escrita e contribuição do produto educacional	122
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	129
REFERÊNCIAS.....	132
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	141
APÊNDICE B - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	143

APRESENTAÇÃO

Minha iniciação na carreira docente se deu aos 13 anos de idade, quando comecei a lecionar piano e descobri que ensinar também é uma arte. Já no ensino de química, meu primeiro contato com uma sala de aula se deu no ano de 2008, quando fui substituir um professor pelo período de dois meses. No ano de 2009, já licenciado em química pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, assumi minhas primeiras turmas em uma escola da rede privada em Campo Grande – MS. A partir de então, atuei como professor de química no ensino médio em instituições públicas e privadas, cursos pré-vestibulares e cursos técnicos profissionalizantes. Atualmente, sou professor efetivo da rede estadual de ensino do estado de Mato Grosso do Sul.

A escola onde atualmente leciono tornou-se uma escola da autoria (modalidade de ensino integral adotada pelo estado do Mato Grosso do Sul) no ano de 2017. Desde então, o currículo das escolas que seguem esse modelo passou a ter disciplinas eletivas. O tema e a ementa de tais disciplinas são de livre escolha do professor, desde que contemplem conteúdos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A eletiva possui carga horária de duas horas aulas semanais geminadas, e a turma de estudantes que compõe a disciplina é mista, envolvendo estudantes das três séries do ensino médio.

Nos anos de 2017 e 2018, dois professores de química iniciaram a disciplina eletiva Horta Escolar, mas sem a realização de aulas laboratoriais, relacionando conceitos químicos ao plantio de hortaliças. Em 2019, passei a ser o professor responsável pela disciplina eletiva – horta escola, e desde então, com o objetivo de sistematizar as atividades desenvolvidas na disciplina, decidi desenvolver uma sequência didática que abordasse conceitos químicos envolvendo a temática horta escolar, procurando relacionar conhecimentos que os estudantes já possuísem aos novos a serem aprendidos na disciplina. A escolha do tema horta escolar ocorreu a partir do interesse dos estudantes pelo assunto e sua abrangência possibilitando a contextualização e a realização de atividades experimentais.

Diante do exposto, no ano de 2020, durante o mestrado PROFQUI/UFMS, desenvolvi uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), intitulada “Horta Escolar: Uma UEPS para o ensino de ácidos, bases e pH”. A UEPS está estruturada na proposta de Moreira (2011), que utiliza como base a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel.

1 INTRODUÇÃO

As atuais orientações curriculares para o ensino de química demandam que os professores utilizem diferentes estratégias didáticas para que os estudantes se apropriem de conhecimentos científicos necessários ao entendimento/resolução de problemas atuais da sua realidade. Neste sentido, há uma necessidade crescente de contextualizar o ensino dos conteúdos de química a fim de desenvolver o pensamento crítico dos estudantes sobre o mundo que os cerca (CORREIA *et al.*, 2014).

Nesta perspectiva, a adoção de temas surge como uma alternativa para trabalhar o conhecimento de maneira contextualizada, em particular no ensino de química. No processo de organização do conhecimento a partir de temas, há a necessidade de vinculá-los a acontecimentos comuns, para que se possibilite uma leitura do mundo que conduza à ampliação do modo de pensar tais fatos (SCHNETZLER, 2010).

Dito isto, é relevante buscar temas que proporcionem um ensino de química contextualizado com o dia a dia dos alunos. Dentre os vários, citamos a horta escolar como um assunto que pode despertar interesse nos estudantes, uma vez que praticamente tudo o que consumimos provém do solo. Assim, a partir da temática horta escolar, podemos abordar conceitos químicos como ácidos, bases e pH.

A horta escolar como ferramenta pedagógica é capaz de promover aprendizagem significativa envolvendo o cotidiano dos estudantes. Arrais (2019) destaca que a horta escolar pode fomentar: i) reconhecimento da presença da ciência no mundo, promovendo uma primeira aproximação dos estudantes com o mundo científico; ii) discussão sobre os malefícios e benefícios da ciência ao tratar de agrotóxicos e adubos orgânicos e inorgânicos; iii) análise sobre a condução das investigações científicas; iv) abordagem de questões técnicas, como a instalação de um sistema de irrigação; v) aquisição de informações e reconhecimento do tema e suas relações com a ciência e a tecnologia.

Para que a horta cumpra seu papel pedagógico de maneira efetiva, é necessário que o professor adote estratégias que estimulem a vinculação entre os conceitos teóricos e sua aplicação a partir de recursos que a própria horta oferece (DA SILVA, 2015).

Vale destacar que os conceitos químicos estão envolvidos nos processos de preparo e análise do solo, podendo, ao mesmo tempo, ser contextualizados a partir

de atividades experimentais, as quais mostraram-se eficazes no desenvolvimento de significados dos conteúdos de química.

De acordo com Catelan e Rinaldi (2018), a realização de atividades experimentais, no contexto da educação básica, não é uma prática regular e raramente integra o planejamento dos professores, devido a inúmeras adversidades, tais como falta de local adequado, escassez de materiais, pouco tempo disponível, carência de formação permanente, turmas numerosas etc. Assim, cabe uma reflexão sobre a importância de trabalhar com as atividades experimentais, haja vista que elas propiciam aos discentes a construção de conhecimentos significativos, pois ao procurarem soluções para as situações problemas, investigando, elaborando hipóteses, analisando dados, acabam tendo sua compreensão do conteúdo favorecida. Entretanto, estes mesmos autores admitem que as atividades experimentais por si só não resolvem os problemas inerentes aos processos de ensino e aprendizagem, pois estas devem ser articuladas em conjunto com outras metodologias de ensino.

Neste sentido, o docente deve possibilitar uma aprendizagem significativa, mediante o desenvolvimento/aprimoramento das habilidades de seus aprendizes, bem como do reconhecimento de suas potencialidades. Vale dizer que nesse processo, as dificuldades encontradas servirão como matriz motivadora para torná-los capazes de transformar o mundo em que vivem (PLIESSNIG, KOVALICZN, 2009).

Dessa forma, Libâneo (1994) menciona que o processo de aprendizagem possui relação direta com a prática pedagógica dos professores, que, por sua vez, é influenciada pelas vivências e pelos fatos que circundam seu cotidiano.

Logo, fica a cargo do professor o papel de inserir na sociedade cidadãos que sejam autônomos e competentes, sendo que o processo de criação do conhecimento passa pelas mais diversas etapas. Nesse sentido, Moretto (2017) pondera que as estratégias de ensino adotadas pelo professor é que conduzem a compreensão dos conteúdos disciplinares pelos estudantes.

Assim, o processo de aprender é fruto da relação entre estruturas mentais e o meio ambiente, na qual o professor é o coautor do processo de aprendizagem dos estudantes. Em função disto, o conhecimento é construído e reconstruído de forma contínua, sendo importante a participação do professor (MORETTO, 2017).

Dentro deste contexto, a metodologia de ensino empregada no processo de aprendizagem reflete diretamente no desenvolvimento cognitivo dentro do ambiente

escolar. Assim, o papel desempenhado pelo docente é utilizar estratégias de ensino que facilitem a aprendizagem significativa. Concomitante a isto, fica clara a inevitabilidade de se estabelecerem no contexto da sala de aula processos ativos de aprendizagem, ou seja, estratégias que incentivem a autonomia, criatividade e criticidade dos estudantes.

As estratégias adotadas pelo professor e voltadas à aprendizagem configuram-se em um mecanismo crucial para decidir sobre um conjunto de disposições que propicie o alcance dos objetivos educacionais pelo aprendiz, desde a organização do ambiente da sala de aula até a elaboração do material educacional a ser adotado (DA FONSECA, 2019). Ressalta-se que a metodologia de ensino adotada pelo professor reflete diretamente no processo de desenvolvimento cognitivo dos discentes. Dessa forma, o professor deve empregar estratégias que assegurem a aprendizagem significativa, a qual configura-se como a capacidade do estudante organizar de forma ordenada os conhecimentos adquiridos e consolidados previamente, para então ter acesso a novos conhecimentos (MANCINI, 2005; MOREIRA, MASSONI, 2015).

Dito isso, as estratégias de ensino empregadas pelos professores são de suma importância, especialmente quando se considera a área da química, que apresenta uma linguagem própria e exige dos estudantes boa capacidade de abstração (CARDOSO, 2000; ARAÚJO, 2019). Logo, de modo geral, quando o docente aborda conceitos mais abrangentes, como de Bronsted-Lowry e Lewis para ácidos e bases, e a relação destes com o pH, sem a necessária relação com situações e/ou problemas vivenciados pelo estudante em seu cotidiano, pode dificultar a aprendizagem desses conceitos (SOUZA, 2018; XAVIER, 2018).

Logo, justifica-se a relevância da produção de produtos educacionais, em particular no ensino de química, que se utilizem de estratégias metodológicas como o uso de temáticas e atividades experimentais, para potencializar a abordagem contextualizada do conhecimento químico e, por consequência, o aprendizado significativo aos estudantes. No caso deste trabalho, apresenta-se um produto educacional que traz a temática horta escolar articulada ao uso de atividades experimentais, possibilitando a aprendizagem significativa dos conceitos de ácidos, bases e pH, a troca de conhecimentos e experiências e o estabelecimento de pontes cognitivas. Todo este cenário contribui para que os estudantes estabeleçam comparações, diferenciações, reconciliações entre diferentes conceitos, permitindo que as assimilações sejam reforçadas e que, de fato, ocorra a aprendizagem

significativa.

Neste contexto, quando se trata de um produto educacional que vise contribuir para a construção significativa de conceitos científicos, tomando como premissa os conhecimentos prévios dos estudantes, acredita-se que a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel configura-se como um referencial teórico que pode sustentar a construção deste material educacional.

David Ausubel é um representante do cognitivismo que propôs sua teoria de aprendizagem significativa baseada nos processos de aprendizagem e considera que o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já “sabe”, de modo que o professor tem como premissa organizar o ensino de acordo com os conhecimentos prévios de seus alunos (MOREIRA, 1999).

Neste sentido, entende-se que, na TAS, quando uma nova informação interage com um conhecimento relevante já preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz, novas ideias, conceitos e proposições podem ser aprendidos significativamente (AVILES, GALEMBECK, 2017).

Diante do exposto, a questão norteadora deste trabalho é *como os professores de química avaliam o produto educacional “Horta Escolar: Uma UEPS para o Ensino de Ácidos, Bases e pH por meio de um questionário?”*

Os objetivos deste trabalho foram elaborar um produto educacional com a temática horta escolar para o ensino de ácidos, bases e pH e submetê-lo à avaliação de professores de química da educação básica.

Assim, visando favorecer a compreensão do leitor, esta dissertação está organizada da seguinte forma: O capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica cujo levantamento ocorreu em revistas nacionais e internacionais a respeito dos temas de experimentação no ensino de química, ensino e aprendizagem de ácidos, bases e pH no ensino médio e horta escolar e o ensino de química.

No capítulo 3, denominado Referencial Teórico, discutimos a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, abordando os seus conceitos centrais, as formas e os tipos de aprendizagem significativa. Em seguida, descrevemos os princípios programáticos da organização do conteúdo de ensino e trazemos, ao final, uma abordagem acerca dos mapas conceituais e sua aplicação nas aulas e na avaliação de aprendizagem. Nesse mesmo capítulo, aborda-se sobre a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) proposta por Marco Antônio Moreira.

O capítulo 4 apresenta o produto educacional “Horta escolar: uma UEPS para

o ensino de ácidos, bases e pH”

O capítulo 5 é destinado à descrição do percurso metodológico, no qual pontuamos a sua fundamentação, o contexto e os sujeitos envolvidos na pesquisa, os instrumentos de dados e a metodologia de análise. A análise e discussão dos dados levantados a partir do questionário utilizado na metodologia foi apresentada de forma minuciosa.

No último capítulo, apresentam-se as considerações finais por meio de uma apreciação geral dos dados obtidos e retomam-se a questão norteadora e os objetivos, a fim de apontar as contribuições desta pesquisa ao ensino e ao aprendizado significativo de ácidos, bases e pH.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Experimentação no ensino de química

A experimentação no ensino de química se constitui em um recurso didático poderoso e que pode auxiliar na construção de conceitos. Porém, observa-se que muitas vezes, as aulas experimentais são conduzidas por roteiros prontos que não estimulam a investigação (FERREIRA *et al.*, 2010).

Aulas experimentais devem ir além de roteiros prontos tidos como “receitas”, a partir das quais o estudante executa o que se propõe sem desenvolver um raciocínio sobre o fenômeno. Essa metodologia se mostra ineficaz, sendo que muitos estudantes não se lembram do que foi desenvolvido (VIDRIK, DE MELLO, 2015).

A realização de experimentos pelos estudantes com a supervisão do professor é uma forma de sair do ensino tradicional. Ávila e Rosário Matos (2017) aludem que as atividades experimentais desempenham papel de grande relevância no ensino e aprendizagem dos conteúdos da química, uma vez que os alunos se motivam por meio da correlação dos conteúdos estudados com aspectos do dia a dia.

Neste sentido, a atuação dos professores ante a experimentação não pode ser deixada de lado, pois quando estes ensinam os conteúdos por meio de experimentos, também ensinam uma forma de desenvolver atividades experimentais no processo de ensino e aprendizagem. Assim sendo, atuam como propagadores de um discurso e de uma prática docente relativos à experimentação no ensino de química (GONÇALVES, MARQUES, 2012a).

A literatura considera as atividades experimentais uma importante ferramenta no processo de ensino e aprendizagem, cuja função didática é ajudar os estudantes a compreenderem o significado dos conceitos (GONÇALVES, MARQUES, 2012b; SOUZA, BROIETTI, 2018; BABINČÁKOVÁ, BERNAD, 2020). Essa é uma estratégia para facilitar a aquisição do conhecimento científico, cujo objetivo é aproximar objetos específicos da descrição teórica criada para produzir idealizações.

Frente a isso, as atividades experimentais são consideradas importantes para a aprendizagem científica, atuando como uma estratégia facilitadora da aquisição dos conteúdos. Com isso, no caso da química, a experimentação facilita a explicitação, problematização e na significação dos conceitos químicos (SOUZA, BROIETTI, 2018).

Os experimentos realizados no ensino de química devem propor uma

abordagem investigativa, na qual se deve observar um fenômeno, coletar dados, testar hipóteses, realizar medidas e se familiarizar com vidrarias e equipamentos (HODSON, 1988).

Acerca disso, Puggian (2012) alude que:

Ao contrário das atividades experimentais expositivas e das conduzidas de maneira tradicional, os experimentos de investigação têm como propósito envolver os alunos de forma mais efetiva no processo de aprendizagem. Nessa abordagem, os alunos não são meros expectadores e receptores de conceitos, teorias e soluções prontas. Pelo contrário, têm papel ativo, pois participam da resolução de um problema proposto pelo professor ou por eles mesmos; elaboram hipóteses; coletam dados e os analisam; elaboram conclusões e comunicam os seus resultados aos colegas. O professor se torna um questionador, conduzindo perguntas, mediando a atividade e propondo desafios aos alunos para que estes possam levantar suas próprias hipóteses e propor possíveis soluções para o problema (PUGGIAN, 2012, p. 699)

Segundo Gonçalves e Marques (2006), Souza e Broietti (2018), Puggian e Lopes (2012), Queiroz *et al.*, (2018), os experimentos podem ser realizados usando diferentes abordagens. Se o professor questionar e desafiar os estudantes, a demonstração pode contribuir para o desenvolvimento de um conceito. No entanto, se o professor apenas demonstrar um experimento para provar uma teoria sem fazer questionamentos sobre ela, essa atividade perderá a maior parte do seu potencial.

Assim, destaca-se a importância de promover a efetivação da função apropriada das atividades experimentais, as quais, segundo Lôbo (2012), concentram-se na proposta do experimento, no procedimento experimental e nos resultados obtidos. Tal relevância se deve ao fato de que tais aspectos são cruciais para atender as finalidades da experimentação, que buscam a promoção de uma aprendizagem significativa (GUIMARÃES, 2009; LÔBO, 2012).

Durante a atividade, os professores devem conduzir a turma para aprender três níveis de conhecimento de química: a observação macroscópica, a interpretação microscópica e a expressão representacional (DA SILVA *et al.*, 2015; DA SILVA *et al.*, 2018).

As observações macroscópicas incluem a descrição do que é visualizado durante o experimento. Por outro lado, a interpretação microscópica deve basear-se nas teorias científicas existentes que explicam o fenômeno em estudo, enquanto a expressão representacional sugere o uso de linguagem química, física ou matemática para caracterizar o fenômeno em discussão, o que significa o uso de reações

químicas, fórmulas, gráficos, modelos, entre outros (LEAL *et al.*, 2014; ÁVILA, MATOS, 2017).

Os experimentos são amplamente promovidos no ensino de química, pois trata-se de uma ciência que envolve principalmente materiais e sua transformação. No entanto, um experimento separado não garante o aprendizado de conceitos químicos. Assim sendo, os experimentos devem ser conduzidos visando a diferentes objetivos, os quais, de forma geral, devem ter como foco colocar o aluno frente a situações-problema adequadas, propiciando o desenvolvimento do próprio conhecimento (FERREIRA *et al.*, 2010).

De acordo com Suart e Marcondes (2008), na aula experimental, os professores podem oferecer oportunidades para resolver problemas e orientar os alunos a compreenderem o fenômeno em discussão e os conceitos envolvidos por meio da elaboração de teste e discussão de hipóteses.

Catelan e Rinaldi (2018) também enfatizaram a importância do uso de experimentos. Os autores também mencionaram que, ao utilizarem experimentos, os professores precisam criar situações que incentivem o processo de investigação para que os alunos tenham uma posição de liderança. Problemas que os levam a usar conceitos científicos que já foram discutidos para construir outros problemas que eles ainda não conhecem.

Galiazzi e Gonçalves (2004) e Gomes *et al.* (2008) demonstraram a importância do trabalho em grupo e relataram as estratégias de ensino aplicadas na aula de cinética química, com base nos princípios da aprendizagem cooperativa, especialmente o método do *Jigsaw*, para verificar o conceito de contribuição dos alunos para um melhor entendimento e aceitação. O método do *Jigsaw* se baseia no princípio da aprendizagem cooperativa e consiste em dividir a turma em grupos que trabalharão de modo cooperativo, reorganizando-se em diferentes momentos e agrupamentos para partilhar e construir conhecimento.

Uma característica deste tipo de aprendizagem é o seu caráter social, pois os alunos interagem e compartilham suas ideias, melhoram sua compreensão pessoal e mútua, têm a oportunidade de ensinar e aprender uns com os outros, conduzir e explicar experiências aos colegas em um clima de companheirismo e interação.

O conteúdo abordado pela combinação de experiências de ensino de química, devido às suas características estimulantes, tem despertado o interesse dos alunos pela educação em todos os níveis. O ensino de química geralmente se resume a

cálculos matemáticos, fórmulas e nomenclatura. A falta de uma combinação de prática e teoria, no processo de aprendizagem, torna mais difícil conectar o conhecimento.

A realização de experimentos ajuda a fazer com que a química em sala de aula se assemelhe mais ao cotidiano dos alunos, tornando-a mais atrativa e interativa (MARRA *et al.*, 2017; DOS SANTOS *et al.*, 2020). Dessa forma, a experimentação pode ser contextualizada com temas envolvendo diferentes temáticas, tal como a ambiental, de forma que os alunos compreendam sobre tais temas de forma significativa e prazerosa (OKA *et al.*, 2019).

Dos Santos *et al.* (2020) descrevem que os experimentos não são independentes da teoria, porque a teoria afeta o problema a ser resolvido bem como auxilia em sua compreensão. Espera-se que uma teoria explique os resultados experimentais existentes e preveja novos resultados, enquanto um experimento normalmente deve verificar a validade das teorias existentes e reunir dados para modificá-las.

No que se refere à abertura dada aos alunos, por meio da adaptação, o experimento pode ser entendido como um momento que propicia investigação. Com isso, as atividades experimentais visam ao desenvolvimento conceitual, fazendo com que os alunos explorem, elaborem e supervisionem suas ideias, comparando-as à ideia científica (DA SILVA *et al.*, 2017; SOUZA-ASSAI, FREIRE, 2017).

Dessa forma, os alunos aprendem melhor quando participam de investigações científicas. Como apontou Suart e Afonso (2015), as investigações podem ser utilizadas para apoiar as reflexões dos alunos. Por isso, é necessário que o professor faça perguntas aos estudantes antes de apresentar uma solução para os problemas levantados. Essa atitude do professor permite aos estudantes levantarem hipóteses, para resolver o problema.

Os experimentos promovem o desenvolvimento do pensamento científico nos alunos. Em vez de fazê-los memorizarem os fatos, eles são levados a pensar e compreender as coisas e o mundo ao seu redor. As atividades experimentais permitem que os alunos façam perguntas, investiguem respostas, conduzam investigações e coletem dados. Eles estão engajados na natureza investigativa do aprendizado científico.

2.2 Sobre ácidos, bases e pH

Ha muito tempo, o comportamento ácido-base já havia sido reconhecido. Desde então, os químicos tentam explicá-lo, elaborando teorias, as quais procuram definir ácido e base, e o modo como estes reagem (CHAGAS, 2000).

De modo geral, os estudantes possuem uma concepção simplista e superficial a respeito dos conceitos de ácido e base (FIGUEIRA, 2010). Tais conceitos são de grande importância para a compreensão de fenômenos da natureza e dos seres vivos, como reações que ocorrem para manter o equilíbrio no sangue, assim como ácidos e bases presentes no cotidiano.

Martins *et al.* (2017) utilizaram propostas com materiais do cotidiano para contextualizar o ensino de conceitos ácido-base. Em seu trabalho, foram utilizados legumes como repolho roxo, beterraba, cebola roxa e berinjela, como indicadores naturais, por apresentarem alto teor de antocianinas. Em suas atividades, os autores verificaram que as atividades experimentais podem contribuir no desenvolvimento do senso investigativo. Uchôa *et al.* (2016) e Guerra *et al.* (2018) também utilizaram indicadores alternativos para o ensino dos conceitos ácido-base e ressaltam que, por serem materiais de fácil acesso e baixo custo, podem servir como alternativa de contextualização do ensino de química.

A acidez e basicidade das substâncias podem ser medidas por meio do pH. O termo pH foi introduzido pelo bioquímico dinamarquês Søren Peter Lauritz Sørensen em 1909, com o objetivo de facilitar seus trabalhos no controle de qualidade de cervejas. O termo, que tem origem no alemão, em que “p” representa *potenz*, e “H” representa o íon hidrogênio H^+ , é muito utilizado nos dias atuais, pois tem grande aplicação na indústria de modo geral. Um exemplo é a análise do pH do solo, medido na agricultura (HOFF, 2011).

O pH consiste no logaritmo negativo de base 10 da concentração de íons hidrônio e pode classificar o caráter ácido-base por meio de uma escala de pH que varia de 0 a 14, podendo ser expandida de -1 a 15 (KOTZ, 2015). Para pH com valores abaixo de 7, temos um meio ácido, acima de 7 meio básico e pH igual a 7, meio neutro.

Diferentes métodos podem ser utilizados para se aferir o pH. Atualmente são utilizadas substâncias indicadoras, que podem ser naturais ou sintéticas. Tais substâncias apresentam cores variadas em diferentes valores de pH. Outro método muito utilizado na indústria, por apresentar melhor precisão, é o uso do pHmetro, em

que um eletrodo de pH é inserido na solução a ser analisada, e o equipamento fornece o valor obtido por meio de um visor (HOFF, 2011).

No que se refere às concepções de alunos do ensino básico a respeito do pH, *Morais et al.* (2017) verificaram que os estudantes trazem explicações simplistas e erros conceituais, que são minimizados ou corrigidos após terem acesso a atividades experimentais investigativas que estimulem a pesquisa.

A utilização de indicadores naturais como alternativa de aulas experimentais tem sido empregada por diversos autores. *Couto et al.* (1998), *Terci e Rossi* (2002) e *Antunes et al.* (2009) são exemplos de autores que se utilizaram de indicadores naturais de baixo custo e fácil acesso.

Antunes et al. (2009) ressaltam a importância da contextualização de atividades experimentais, visando despertar o interesse do aluno por assuntos que apresentam dificuldades como o pH. Em sua pesquisa, fez-se o uso de substâncias indicadoras para a determinação de pH do solo. A contextualização desse tema mostrou-se viável quanto ao custo e espaço físico necessários para a realização dos experimentos. Ainda, sua interdisciplinaridade tornou o tema motivador, estimulando os estudantes ao espírito investigativo.

Assim, o ensino de ácidos e bases e pH pode ser melhor promovido por meio de sua contextualização. *Moreira et al.*, (2017) citam que o ensino descontextualizado compromete a aprendizagem e, conseqüentemente, os alunos acabam desinteressando-se pela química. Com isso, o ensino referente aos conceitos de acidez e basicidade pode se dar por meio de sua contextualização via experimentação, resultando no desenvolvimento de práticas de aprendizagens potencialmente significativas.

Os conceitos de ácidos e bases fazem parte de muitas situações da vida cotidiana do aluno, por exemplo, um ácido estomacal, a ocorrência de chuvas ácidas ou determinações políticas, econômicas e sociais que envolvem as indústrias e o seu consequente impacto ambiental (*ZAPP et al.*, 2016).

A fim de melhor posicionar o desenvolvimento de experimentos relacionados à "força" do ácido, vários estudos apresentam certas atividades para estudar o pH e identificar ácidos e bases diários (*STOYANOVICH et al.*, 2015; *ZAPP et al.*, 2016; *ZHANG, WINK*, 2021).

Segundo *Nascimento e Silva-Santos* (2019), o ensino das teorias ácido-base apresenta alguns desafios específicos para a disciplina de química do ensino médio.

Paik (2015) acredita que os alunos muitas vezes confundem substâncias ácidas com partículas ou moléculas, perturbando os níveis macroscópico e submicroscópico, entendendo a teoria de Brønsted-Lowry como uma versão estendida da teoria de Arrhenius.

Vários estudos mencionam os problemas conceituais envolvendo a reação entre ácido e base, pois muitos estudantes acreditam que o produto dessas reações é sempre uma solução neutra, independentemente da natureza e da quantidade de ácido e base que reagem entre si. No entanto, existem dificuldades conceituais não apenas entre alunos e professores, mas também nos livros didáticos (KELLY e AKAYGUN, 2016; NASCIMENTO, SILVA-SANTOS, 2019).

Dessa forma, segundo Imbernon *et al.*, (2009), as práticas pedagógicas empregadas pelos professores na efetivação do ensino e aprendizagem dos conteúdos sobre acidez e basicidade influenciam diretamente na compreensão ou não desses assuntos.

Assim, deve-se buscar o ensino de tais temas por meio de um desenvolvimento conceitual que seja útil para entender a química e aplicar esse conhecimento (FONSECA, DA SILVA, 2018).

Aliados a isso, Bretz e McClary (2015) citam que tem havido uma série de abordagens para caracterizar como os alunos entendem os ácidos e bases. Muitas dessas pesquisas se concentraram em documentar os equívocos ou ideias não normativas que dificultam a compreensão dos conceitos ácido-base.

A chave para resolver tal problema, conforme citam Sabino *et al.* (2017), é mostrar aos estudantes a relação desses conteúdos com temas cotidianos. Silva-Santos *et al.* (2019) destacam sobre a importância de contextualizar os conceitos estudados com o cotidiano. Os autores mencionam que os termos ácidos e bases soam aos estudantes como algo distante de suas realidades, embora isso não seja correto, uma vez que tais substâncias se fazem presentes em seus cotidianos.

Neste cenário voltado ao ensino e aprendizagem de ácidos, bases e pH, Bellova *et al.* (2018) mencionam que se os estudantes compreenderem a química de ácidos e bases em todas as suas formas, será possível prever e explicar os resultados de uma ampla gama de reações aparentemente não relacionadas. Por exemplo, os alunos seriam capazes de conectar e integrar fenômenos aparentemente diversos, como transferência de prótons, complexos de coordenação de metais de transição e reações orgânicas envolvendo ataque nucleofílico e eletrofílico.

Vários estudos relataram que os estudantes reconhecem ácidos e bases apenas pela presença de um H ou OH (ou seja, um recurso superficial) (ANTUNES *et al.*, 2009; LUCAS *et al.*, 2013; JIN *et al.*, 2018; DEMUNER *et al.*, 2019). Conforme observa Myers (2010), quando os alunos aprendem química, geralmente presume-se que tenham sido apresentados aos três modelos comuns que descrevem a química ácido-base: Arrhenius, Brønsted – Lowry e Lewis. Esses modelos podem ser vistos como construídos uns sobre os outros; o modelo de Arrhenius é circundado pelo modelo de Brønsted – Lowry, que, por sua vez, é fundamentado no modelo de Lewis. Embora geralmente os alunos sejam apresentados ao modelo de Arrhenius no ensino médio, os modelos de Brønsted-Lowry e Lewis também devem ser ensinados visto que são mais abrangentes.

Como observado por Paik (2015) e Zapp *et al.* (2016), se os estudantes aprenderem a usar tais modelos de maneira adequada, eles conseguem compreender melhor os fenômenos a eles associados.

Para tanto, a capacidade de mover-se com flexibilidade entre os modelos apropriados é uma das marcas de uma compreensão sofisticada do empreendimento científico. Foi demonstrado que os alunos muitas vezes têm dificuldade em compreender a natureza dos modelos, especialmente em química (ATAÍDE *et al.*, 2009; ZAPP *et al.*, 2016).

Assim, conforme Paik (2015) pontua, os referidos modelos devem passar de ideias isoladas sobre o que é um ácido ou uma base para um sistema de reação ácido-base.

Dessa maneira, considerando os estudos citados, verifica-se a forma a partir da qual os alunos raciocinam sobre os conteúdos de ácido, base e pH, demandando métodos que favoreçam o processo de compreensão desses conteúdos por parte do estudante.

2.3 Horta escolar e o ensino de química

O tema horta escolar pode ser utilizado como um meio de contextualizar o ensino de conceitos químicos. Parâmetros como pH, acidez e basicidade do solo devem ser controlados para uma melhor fertilidade e podem ser explorados pelo professor de química para ensinar tais conceitos.

Dito isto, é relevante buscar temas que proporcionem um ensino de química contextualizado com o dia a dia dos alunos. Dentre os vários, citamos a horta escolar como um assunto que pode despertar interesse nos estudantes, uma vez que praticamente tudo que consumimos provém do solo. Assim, a partir da temática horta escolar, podemos abordar conceitos químicos como ácidos, bases e pH. O desenvolvimento de uma horta na escola beneficia toda comunidade escolar, uma vez que auxilia os estudantes a construírem valores, fomenta o trabalho em equipe, promove a união, comunicação e participação nas atividades (FERNANDES, 2015).

Ainda, o tema horta escolar pode ser explorado tanto no aspecto educacional quanto no aspecto social. No que se refere ao aspecto educacional, em particular no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos conceituais e procedimentais, o tema horta escolar pode ser utilizado para vincular os conceitos teóricos como ácidos, bases, pH e soluções, aos práticos, utilizando técnicas laboratoriais e equipamentos para realizar as análises química e física do solo (MORGADO, 2006). Já no aspecto social, a horta pode envolver a comunidade escolar, despertando o interesse dos estudantes e beneficiando a escola com alimentos orgânicos (PINHEIRO, 2012).

Barbosa (2008) destaca que a horta escolar favorece o trabalho cooperativo, promove pesquisa, estudos e debates sobre questões ambientais e estimula o trabalho pedagógico participativo e dinâmico, possibilitando a aprendizagem de diversos conceitos. O desenvolvimento de uma horta escolar oferece aos estudantes benefícios pessoais e coletivos, uma vez que auxilia na construção de valores, considerando que a atividade envolve trabalho em equipe, união, comunicação e participação (FERNANDES, 2005).

A horta escolar é um potencial instrumento educativo, uma vez que os conhecimentos adquiridos podem ser socializados na escola e transportados para o cotidiano dos estudantes, propiciando aprendizagem significativa e desenvolvendo competências e habilidades de maneira contextualizada (BRANDÃO, 2012).

Na literatura encontramos poucos trabalhos que associam a temática horta escolar ao ensino de conceitos químicos. Dentre eles, destacam-se De Moura (2019), que desenvolveu uma sequência didática utilizando uma horta escolar hidropônica, em que foram abordados os conceitos de soluções, pH e condutividade elétrica das soluções. Inicialmente verificaram-se os conhecimentos prévios dos estudantes por meio de perguntas e, então, fez-se o planejamento para as atividades seguintes. Verificou-se que os estudantes já possuíam alguma habilidade nas atividades

experimentais, o que foi atribuído ao fato de já existir o projeto da horta hidropônica, em que os estudantes realizavam medições e preparavam soluções. No entanto, verificou-se que as medições de pH e condutividade ocorriam de forma mecânica, sem a compreensão dos conceitos químicos envolvidos nos procedimentos. Ao fim da aplicação da sequência didática, percebeu-se uma melhora significativa na compreensão dos conceitos estudados, visto que os estudantes foram capazes de argumentar e propor soluções aos problemas propostos (DE MOURA, 2019).

Também há estudos que propõem metodologias diferenciadas utilizando a temática horta escolar, a saber, Larcercia (2012) propôs situações-problema relacionadas à agricultura, das quais se destaca uma atividade de palavra cruzada que explora a fertilidade do solo, demonstrando a influência do pH do solo no desenvolvimento dos vegetais. Rodrigues (2018) e Freitas (2019) propuseram experimentos utilizando extrato de repolho roxo como indicador de pH na análise de solo em hortas escolares.

Merhy (2014) investigou as concepções alternativas de estudantes de escolas rurais sobre vegetais. O referido estudo promoveu o confronto das concepções alternativas com as científicas por meio de uma situação-problema, o que contribuiu para a aprendizagem significativa do conteúdo estudado. Pascual (2019) investigou a aprendizagem significativa por meio de uma horta escolar. Em seu estudo, a horta escolar promoveu a articulação de conhecimentos científicos com os conhecimentos prévios dos estudantes. Ainda, pode-se constatar que atividades práticas contextualizadas são capazes de contribuir para a construção de conhecimentos significativos desde que os estudantes estejam envolvidos no processo.

Frigato (2021) relacionou de maneira contextualizada o conteúdo de reações químicas com uma horta escolar. O estudo envolveu a aplicação de pré-teste e uma sequência didática. Observou-se um total envolvimento dos estudantes durante as atividades práticas e uma melhora significativa na aprendizagem dos conceitos estudados.

Diante do exposto, essa pesquisa bibliográfica possibilitou verificar que há um número escasso de trabalhos que relacionam horta escolar e conceitos químicos. No tocante a aprendizagem dos conceitos de ácidos, bases e pH, a bibliografia reitera que os estudantes apresentam dificuldade e que a compreensão desses assuntos é facilitada quando a aula envolve atividades experimentais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel

A teoria de David Ausubel (1918-2008) é considerada uma teoria cognitiva de aprendizagem. Ausubel formou-se em Medicina, Psicologia e Psiquiatria, porém, no âmbito acadêmico, dedicou-se à psicologia educacional, interessando-se principalmente pela aprendizagem e pelo ensino em sala de aula. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel desenvolveu-se nos Estados Unidos, na década de 1960, e foi centrada no aprendizado de estudantes universitários. Ausubel interessou-se especialmente pelo que o aluno já sabe, pois, segundo ele, era o principal determinante do que aprenderia mais tarde (MOREIRA, MASSONI, 2015).

O psicólogo cognitivo David Ausubel via a aprendizagem como um processo ativo e não acreditava que fosse simplesmente uma resposta passiva ao ambiente ao nosso redor (MOREIRA, MASSONI, 2015). Dessa forma, o conceito-chave da teoria de aprendizagem de Ausubel (1968) é a estrutura cognitiva, a qual era vista por ele como a soma de todos os conhecimentos que as pessoas adquirem, bem como as relações entre os fatos, conceitos e princípios que compõem esse conhecimento (MOREIRA, MASINI, 1982).

Segundo a teoria de Ausubel (1968), os estudantes são considerados o centro dos processos de ensino e aprendizagem, já os professores são os mediadores. A referida teoria expressa que os estudantes aprendem por meio de um processo significativo de relacionar novos eventos aos conceitos já existentes na estrutura cognitiva. Consequentemente, o significado não é uma resposta implícita, mas uma experiência consciente que é expressa quando sinais, símbolos, conceitos ou proposições significativas estão relacionados à estrutura cognitiva de um determinado indivíduo (AUSUBEL, 1982, ANGRA *et al.*, 2019).

Assim, alguns conhecimentos podem ser considerados ideias-âncora e são denominados como subsunçores. Subsunçor é um termo que deriva do verbo subsumir, que significa inserir-se, ancorar-se em um todo mais amplo. Porém, essa inserção, ou ancoragem, não reporta a uma submissão, porque consiste em um processo interativo, de modo que os dois conhecimentos transformam-se, sendo que o novo recebe significados e o subsunçor fica mais repleto de significados, mais estável e, consequentemente, “mais forte” (MOREIRA, MASSONI, 2015).

Moreira (2006a) define subsunção como uma ideia/proposição que se encontra na estrutura cognitiva e serve de “ancoradouro” a um novo conhecimento para que possa propiciar significado ao aprendiz. O mesmo autor ainda comenta que para basear a situação de ensino de acordo com o que o estudante já sabe, é preciso desvelar os seus conhecimentos prévios, bem como as suas interrelações e a sua organização.

Em contraste com a aprendizagem significativa, Ausubel (1980) esclarece sobre a aprendizagem mecânica, compreendida como aquela em que as novas informações não interagem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. A partir disso, entende-se que a nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não se ligando a conceitos subsunçores e pouco ou nada favorecendo para a sua elaboração e diferenciação (MOREIRA, 2006a). Ou seja, a aprendizagem mecânica não ajuda a expandir o conhecimento real, pois as novas informações são mais fáceis de esquecer (MOREIRA, 2006a; MOSSI, 2018).

Dessa forma, uma vez que a aprendizagem significativa envolve o reconhecimento das ligações entre os conceitos, ela tem o privilégio de ser transferida para a memória de longo prazo. O elemento mais crucial na aprendizagem significativa de Ausubel é como as novas informações são integradas à estrutura de conhecimento (MOREIRA, 2012b). Para Ausubel (1980), o conhecimento é organizado de forma hierárquica: a nova informação é significativa para que possa ser relacionada com o que já sabemos.

A escola, neste caso, desempenha papel importantíssimo nesse processo de aprendizagem significativa, pois é nesse ambiente em que são desenvolvidos, explorados e aprimorados os conhecimentos adquiridos pelo aprendiz. Sendo que o professor é o mediador de tal processo, com função de considerar a individualidade de cada estudante e promover a sistematização dos conhecimentos para o desenvolvimento da aprendizagem (MOREIRA, 2008, ANGRA *et al.*, 2019).

Frente a isso, o desafio dos educadores é escolher e adotar metodologias de ensino que proporcionem a aprendizagem significativa de forma prazerosa e efetiva Klausen (2017). Assim, a aprendizagem é um aspecto de extrema complexidade e se configura como sendo algo primordial para o desenvolvimento de qualquer indivíduo, visto que possibilita a sua adaptação frente ao meio que ele se encontra.

Ademais, cada sujeito tem capacidades e maneiras de aprender distintas, dificuldades e talentos. Cada indivíduo emprega diversos sentidos para captar e

organizar a informação, bem como para se aproximar dos objetos de conhecimento (MOREIRA, 2006).

Nesse sentido, o processo de aprendizagem configura-se como algo complexo, pois envolve aspectos cognitivos, emocionais e socioculturais que são desencadeados no interior do indivíduo. Assim, o professor deve possibilitar a aprendizagem significativa, incentivando o aprendiz a expor suas habilidades e potencialidades. Vale ressaltar ainda que nesse processo, as dificuldades encontradas servirão como motivação para torná-los fortes e capazes de intervir no mundo em que vivem (MOREIRA, 2008).

Dessa forma, o processo de aprendizagem possui relação direta com a prática pedagógica dos professores, que, por sua vez, é influenciada pelas vivências e pelos fatos que circundam seu cotidiano.

Em vista disso, existem duas condições para a ocorrência de aprendizagem significativa, que Ausubel, Novak e Hanesian (1980) assinalam em sua teoria. A primeira diz respeito ao material de aprendizagem, que deve ser potencialmente significativo, apresentando significado lógico, já na segunda, o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender e possuir em sua estrutura cognitiva conceitos subsunçores específicos, ou seja, uma ideia, uma proposição que se encontra na estrutura cognitiva com as quais o novo material é relacionável.

Entretanto, para que o material seja considerado potencialmente significativo, dois fatores primordiais são implicados: a natureza do material de ensino e a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz. Em relação à natureza do material, é necessário possuir significado lógico, partindo da possibilidade da interação de maneira substantiva e não arbitrária entre material e ideias que sejam significativas, direcionadas ao domínio da capacidade humana de aprender. No que diz respeito à natureza da estrutura cognitiva do aluno, devem estar presentes os conceitos subsunçores específicos com os quais o novo material é relacionável (MOREIRA, 2012b).

Para tanto, um material potencialmente significativo deve apresentar as seguintes características:

- Relacionar-se aos conhecimentos prévios dos alunos: esta é a principal característica que o novo material educacional deve possuir.
- Sequência lógica: isso significa que o material deve apresentar uma perspectiva inicial do todo e depois avançar nas diferenciações de

categorias, propriedades ou critérios.

- Baseado em exemplos: em outras palavras, para mostrar o novo material, o professor deve encontrar exemplos claros para apoiar sua explicação.
- Servir como organizadores anteriores: são organizadores que servem de ponte entre o que o aluno sabe e o que deve saber, para que possam aprender novos conceitos de forma significativa.

Cabe destacar que os docentes devem considerar o conhecimento prévio e as ideias dos estudantes ao ensinar conceitos científicos com o auxílio do novo material

Ausubel (1968) também considera o aspecto motivacional como condição para que ocorra uma aprendizagem significativa. Assim, também é responsabilidade do professor motivar seus estudantes a aprender, captando sua atenção a partir de um conceito, imagem, ideia ou esquema mental anterior (MOREIRA, MASSONI, 2015).

Dessa forma, Mossi (2018) destaca que:

Por essa razão, a contextualização inicial nas situações de ensino é essencial, isto é, deve fazer sentido para o estudante, para isso precisa fazer parte da sua realidade, ainda que, sucessivamente, as situações possam ir ficando descontextualizadas, abstratas, mas as primeiras necessitam gerar a predisposição (MOSSI, 2018, p. 13).

Ante a isso, depreende-se que a efetivação da aprendizagem significativa exige, de um lado, corresponsabilidade do professor e do estudante e, de outro, que o ambiente escolar seja estruturado como um espaço que estimule e propicie condições para que a aprendizagem seja significativa para o estudante (MOREIRA, 2006a; MOREIRA, 2008).

3.1.1 Formas e tipos de Aprendizagem Significativa

Ausubel distingue três formas de aprendizagem significativa, que são: por subordinação, por superordenação e de caráter combinatório. Ademais, identifica três tipos de aprendizagem significativa que podem ser designados como: aprendizagem representacional, aprendizagem de conceitos e aprendizagem proposicional.

A aprendizagem por subordinação refere-se ao processo de vincular novos conhecimentos que se subordinam, isto é, “ancoram-se” a conhecimentos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 2006a; MOSSI, 2018).

Para Ausubel, a aprendizagem subordinada é subdividida em derivativa e correlativa.

A aprendizagem subordinada derivativa acontece quando o novo material de aprendizagem é entendido como um exemplo específico de um conceito já formado na estrutura cognitiva do sujeito ou também pode ser um modo de ilustrar uma proposição geral, previamente adquirida. Logo, os conhecimentos novos são aderidos às estruturas cognitivas existentes, vinculando-as a conceitos já conhecidos.

Por sua vez, a aprendizagem subordinada correlativa é aquela na qual o novo conteúdo consiste em uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação de proposições obtidas anteriormente (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980).

Para Ausubel, a organização da estrutura cognitiva tende a ser dinâmica e hierárquica, sendo que a ocorrência da aprendizagem superordenada se dá quando o aprendiz percebe semelhanças e diferenças entre conhecimentos e, desse modo, promove uma reorganização cognitiva, em que um determinado conhecimento passa a abranger outros e torna-se hierarquicamente superior (MOREIRA, 2013).

Um exemplo que pode ser atribuído à aprendizagem superordenada é quando uma criança atinge o entendimento de conceitos de cão, gato, porco etc. sendo que então ela pode compreender que todos eles são subordinados ao conceito de mamífero. Assim, os conceitos aprendidos passam à condição de subordinados, evidenciando-se, então, uma aprendizagem superordenada (MOREIRA, 2006a).

Em contrapartida, a aprendizagem combinatória ocorre pela interação do novo conhecimento com uma disponibilidade ampla de conhecimentos prévios de um sujeito, isto é, com um *background* de conhecimentos (MOREIRA, 2006a; MOSSI, 2018).

Sintetizam-se as três formas de aprendizagem significativa na Figura 1, que apresenta um mapa conceitual elaborado por Moreira (2013), abordando também os tipos de aprendizagem significativa.

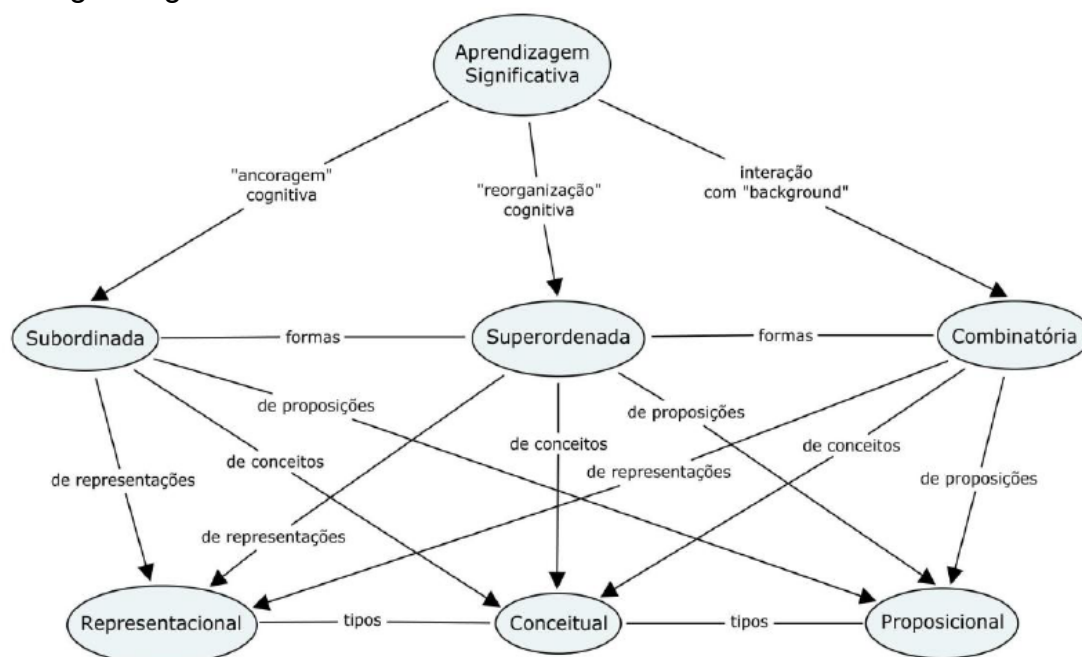


Figura 1. Mapa conceitual elucidando as formas e tipos de aprendizagem significativa.
Fonte: Moreira (2013).

Acerca dos três tipos de aprendizagem, tem-se ainda a manifestação de outras três, sendo estas a representacional, a conceitual e proposicional. A aprendizagem representacional condiciona todos os outros aprendizados significativos, resultando assim no aprendizado acerca de significados de símbolos (em princípio palavras) ou compreender o que representam (AUSUBEL, 2003).

Ressalta-se que a aprendizagem representacional aproxima-se da aprendizagem mecânica, porém ela é significativa, pois o símbolo significa um referente concreto. Em contrapartida, na aprendizagem mecânica, a relação símbolo – objeto/fenômeno é tão somente associativa, não conotando significado algum (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2012c).

A aprendizagem representacional tem relação com um segundo tipo de aprendizagem significativa, que se refere à aprendizagem de conceitos. Ausubel (2003) define “conceitos” como objetos, acontecimentos, situações ou propriedades que têm atributos particulares comuns e são determinados pelo mesmo signo ou símbolo.

A aprendizagem conceitual refere-se ao processo de aprender os conceitos, os quais podem ser objetos, acontecimentos, situações ou propriedades que possuem

características particulares comuns e são determinados pelo mesmo signo ou símbolo. Ou seja, tal aprendizagem configura-se como o processo pelo qual o indivíduo constata regularidades em fenômenos ou objetos e busca representá-los por meio de certos símbolos, não demandando de um referente concreto do fenômeno ou objeto para conferir sentido a esse símbolo (AUSUBEL, 2003).

Na aprendizagem proposicional, o intuito é aprender o significado das ideias expressas verbalmente, usando para tanto os conceitos em forma de proposição (AUSUBEL, 2003).

A seguir, descrevem-se essencialmente os princípios programáticos da organização do conteúdo de ensino, conforme a TAS.

3.1.2 A organização do ensino sob a ótica da Aprendizagem

Ausubel apresenta na TAS os princípios programáticos da organização do conteúdo de ensino, que são denominados por ele de diferenciação progressiva, reconciliação integradora, organização sequencial, consolidação e organizadores prévios.

Diferenciação progressiva é definida como o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980).

Ao sugerir esse princípio, Ausubel, Novak e Hanesian (1980) apresentam como embasamento dois pressupostos:

- 1) É menos difícil para os seres humanos compreender os aspectos diferenciados de um todo previamente aprendido, mais inclusivo, do que formular o todo inclusivo a partir das suas partes diferenciadas previamente aprendidas.
- 2) Num indivíduo, a organização do conteúdo de uma disciplina particular consiste de uma estrutura hierárquica na sua própria mente. As ideias mais inclusivas ocupam uma posição no topo desta estrutura e abrangem proposições, conceitos e dados factuais progressivamente menos inclusivos e mais diferenciados (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980, p 159).

O princípio da diferenciação progressiva sugere que as ideias mais gerais e mais inclusivas a serem ensinadas devem ser apresentadas no início para depois irem sendo progressivamente diferenciadas, em termos de detalhes e especificidades (MOREIRA, 2012b). É mais acessível ao ser humano captar aspectos diferenciados de

um todo mais inclusivo que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas.

Ademais, a diferenciação progressiva deve explorar, explicitamente, relações entre proposições e conceitos, destacar as diferenças e similaridades importantes e reconciliar inconsistências reais ou aparentes.

A dinâmica da estrutura cognitiva deve contemplar também a reconciliação integrativa, que é um processo que ocorre de maneira simultânea ao da diferenciação progressiva e consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980).

Sendo a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos processos fundamentais da dinâmica da estrutura cognitiva durante a aprendizagem significativa, estes deveriam ser utilizados como princípios programáticos da matéria de ensino. Moreira e Massoni (2015) destacam que se somente diferenciarmos sucessivamente os significados, os conhecimentos serão compartimentados, isolados e não relacionados. Todavia, se os significados forem apenas integrados e reconciliados excessivamente, pode-se concluir que esses conhecimentos se tornarão indistinguíveis. Diante disso, conclui-se que para aprender de forma significativa, é necessário conciliar essas premissas.

Além dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, Ausubel recomenda um princípio que busque sequenciar os tópicos de forma que tenham correspondência (MOREIRA, 2006a). Assim, torna-se mais fácil para o estudante organizar seus subsunçores hierarquicamente, se na matéria de ensino os tópicos estão sequenciados em termos de dependências hierárquicas naturais, ou seja, de modo que certos tópicos dependam naturalmente daqueles que os antecedem (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980).

Ausubel (2003) também recomenda o princípio da consolidação, que relaciona o domínio de conhecimentos prévios antes da introdução de novos conhecimentos “não se deve introduzir novo material na sequência até se dominarem bem todos os passos anteriores.” (Ausubel, 2003, p.170). Esse princípio é uma consequência imediata da teoria de Ausubel, pois, se o conhecimento prévio é a variável que mais influencia na aquisição de aprendizagem significativa, nada mais natural que insistir no domínio do conhecimento prévio antes de apresentar novos conhecimentos (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980; MOREIRA, 2012c).

Diante disso, Ausubel argumenta que os organizadores prévios correspondem a mecanismos que servem de ancoragem provisória para os novos conhecimentos,

estimulando a promoção da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2008).

Ausubel (2003) sugere os organizadores prévios como um recurso facilitador da aprendizagem significativa e geralmente são apresentados anteriormente ao material de aprendizagem, fazendo a “ligação” entre o que o estudante já conhece com o que necessita conhecer antes de aprender de maneira significativa (MOREIRA, 2013).

Ante a isso, Moreira (2008) sugere que os organizadores prévios devem:

- 1 - identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
- 2 - dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
- 3 - prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos (MOREIRA, 2008, p. 3).

No tocante à diferenciação progressiva, organizadores prévios podem auxiliar a alcançar progressivamente novos conhecimentos, indicando como esse tópico ou essa unidade diferencia-se de tópicos e unidades anteriores. Provoca ainda a reconciliação integrativa ao serem esquematizadas as diferenças e semelhanças das novas concepções com as já presentes na estrutura cognitiva do estudante (MOREIRA, 2013).

Por conseguinte, a busca pela aprendizagem significativa é mais que apenas decidir quais tipos de aprendizagem são significativos. Deve-se enquadrar esse aprendizado em uma taxonomia que ofereça oportunidade de refletir sobre um significado mais profundo, visto que tal taxonomia oferece uma porta de entrada para esse tipo de desenvolvimento curricular.

Nesta perspectiva Moreira (2013) cita que para Ausubel os organizadores prévios são sugeridos como recursos para promover a aprendizagem significativa. Eles geralmente são apresentados antes dos materiais de aprendizagem. Na prática, podem funcionar como uma "ponte" entre o que o aluno já sabe e o que ele precisa saber.

Aliado a isso, a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel é muito útil na pedagogia moderna. Planejar o ensino com base no conhecimento prévio dos alunos para motivar e chamar sua atenção é a essência da teoria de aprendizagem

significativa de Ausubel. É uma ideia central que, além disso, implica a consideração da individualidade e do nível de desenvolvimento de cada aluno.

Acerca dessa organização prévia, Moreira (2008) destaca que tais organizadores devem:

- promover a identificação do conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar sua relevância para a aprendizagem do novo material;
- apresentar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, destacando as relações importantes;
- conter elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração e destaquem o conteúdo específico do novo material, ou seja, promovam um contexto ideacional que possa ser empregado para assimilar de forma significativa os novos conhecimentos.

3.1.3 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS

Muitos materiais utilizados em sala de aula não estão fundamentados nas TAS. Desse modo, De Lara e De Sousa (2009) elencam alguns aspectos importantes que conferem ao material educativo um *status* de potencialmente significativo:

Um material potencialmente significativo deve poder ser 'incorporável' de várias maneiras aos conhecimentos dos alunos. Assim, após avaliar quais seriam os seus conhecimentos sobre o assunto, há que se procurar diversas maneiras de relacionar o novo conhecimento com eles. Além disso, a possibilidade de uso de diversos recursos como sons, imagens, cores, animações, simulações e demais recursos multimídia, abre um leque muito grande de possibilidades de relação com aquilo que o sujeito já conhece. (DE LARA, DE SOUSA, 2009, p. 64).

Assim, Moreira (2011) propôs a utilização da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que corresponde a sequências de ensino, com fundamentação na TAS, de David Ausubel, visando contribuir para um processo significativo de ensino e aprendizagem.

Dessa forma, a UEPS está respaldada por várias concepções teóricas de aprendizagem, envolvendo visões clássicas e contemporâneas relacionadas à aprendizagem cognitiva, como as propostas por Joseph D. Novak, Gérard Vergnaud, Lev Vygotsky, D.B. Gowin, Philip Johnson-Laird e Moreira (MOREIRA, 2011).

Diante de todos esses precursores, Moreira (2011), organizou diversos princípios que devem ser considerados na construção de uma UEPS, sendo estes:

- O conhecimento prévio é o fator que mais influencia a aprendizagem significativa;
- Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no sujeito que aprende; ao passo que a aprendizagem é significativa, essa integração é positiva e construtiva;
- Deve-se promover a interação entre o novo conhecimento específico e o conhecimento prévio do aluno, de forma que os organizadores prévios mostrem a relação existentes entre eles;
- Devem-se apresentar situações-problema em níveis crescentes de complexidade como forma de facilitar a negociação e captação de significados, bem como para oferecerem sentido ao novo conhecimento, despertando assim a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- Situações- problema podem servir como organizadores prévios;
- Os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, bem

como a consolidação, devem ser levados em consideração na organização do material de ensino;

- O professor é organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do estudante, cujo papel é criar e aplicar situações-problema;
- A avaliação da aprendizagem significativa deve ser desenvolvida em termos de busca de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- A interação social e a linguagem são aspectos fundamentais para a captação de significados;
- Um episódio no ensino abrange uma relação triádica entre estudante, professor e materiais educativos, de modo que o intuito é orientar o estudante a captar e compartilhar significados que estão de acordo com o contexto da disciplina em estudo;
- A aprendizagem deve ser significativa e crítica e não mecânica;
- A aprendizagem significativa crítica é favorecida pela procura de respostas, ao contrário da memorização de respostas conhecidas, por meio do uso de vários materiais e estratégias, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no estudante.

A partir disso, para a construção da UEPS, Moreira (2011) aponta uma sequência de oito passos que devem ser respeitadas e que estão apresentadas de forma concisa no Quadro 1.

Quadro 1 - Sequência de passos para a construção de uma UEPS.

Passos	Descrição dos passos
I. Definir o conteúdo	Definir o assunto específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto do componente curricular na qual se insere o assunto escolhido;
II. Criar/propor situação(ões) para desvelar os conhecimentos prévios	Criar/propor situação(ões) – 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 assunto (objetivo) em pauta;
III. Propor situações-problema iniciais	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 então, o

	assunto 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 por meio 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;
IV. Apresentar o conhecimento a ser ensinado, por meio da diferenciação progressiva	Uma vez trabalhadas as situações iniciais, abordar 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;
V. Nova apresentação para retomar os aspectos mais gerais, estruturantes daquilo que efetivamente se pretende ensinar	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 por meio 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 uma mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;
VI. Concluindo a unidade, contemplando os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa	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 por meio 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;
VII. Avaliação da aprendizagem	A avaliação da aprendizagem por meio 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 disciplina 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;
VIII. Avaliação da UEPS	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 se dá em evidências, não em comportamentos finais.

Fonte: Moreira (2011).

Tendo em vista os passos referentes à elaboração da UEPS, tem-se que esta se configura como uma sequência didática baseada na teoria da aprendizagem significativa e elaborada com ênfase nos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Reconhece-se assim a natureza hierárquica da dinâmica da estrutura cognitiva, retenção e organização do conteúdo e reconciliação integrativa, que é a retomada de unidades conceituais para relacionar ideias, explicando semelhanças e diferenças entre novas informações e subsunçores, os quais facilitam a aprendizagem (MOREIRA, 2011).

Uma das estratégias que podem ser utilizadas em situações de ensino presentes em uma UEPS são os mapas conceituais. A seguir, são apresentados aspectos relevantes relacionados aos mapas conceituais e as suas contribuições no aprendizado significativo e na avaliação da aprendizagem.

3.2 Mapas Conceituais

O mapeamento de conceitos ou mapas conceituais é uma técnica desenvolvida pelo professor e pesquisador científico americano Joseph D. Novak e sua equipe da Cornell University, na década de 1970 (NOVAK, 1984). Essa técnica é utilizada para organizar, estruturar e apresentar o conhecimento sobre um determinado assunto (MOREIRA, 2012c). Inicialmente, Novak pensou no mapa conceitual como uma ferramenta de análise de dados para seu estudo. Mais especificamente, ele introduziu a técnica de mapeamento de conceitos em seu estudo como uma forma de apresentar mudanças na interpretação das crianças sobre conceitos científicos (NOVAK, 1984).

Os mapas conceituais originam-se de uma filosofia do conhecimento denominada construtivismo. Especificamente, os idealizadores dessa visão filosófica acreditam que o conhecimento é algo construído pelos estudantes. Precisamente, os construtivistas consideram que o conhecimento existente é utilizado como um modelo para compreender e aprender novos conhecimentos (MOREIRA, 2011).

Mapas conceituais são ideias de exibição visual, imagens, palavras, frases e sentenças que se conectam e apresentam conceitos complexos com base no conhecimento do mapeador. Eles são criados como diagramas bidimensionais compostos de um tópico geral central que se divide em subtópicos mais específicos que são interconectados com palavras de ligação como uma explicação das conexões realizadas entre os conceitos (NOVAK, 1984; MOREIRA, 2011).

Neste sentido, os mapas conceituais apoiam-se na TAS e são considerados diagramas hierárquicos que indicam relações entre conceitos e que buscam refletir a organização conceitual de uma disciplina, ou parte dela. Assim, sua existência provém da estrutura conceitual de uma área de conhecimento (MOREIRA, ROSA, 1986). As relações hierárquicas entre conceitos (geralmente colocados em círculos ou caixas) são indicadas por uma linha de conexão. As palavras (proposições) inseridas nas linhas de conexão especificam a relação entre os dois conceitos, que, por sua vez, são definidos como uma regularidade percebida em eventos ou objetos, ou registros de eventos ou objetos, designados por um rótulo (MOREIRA, 2006b; NOVAK e CANÃS, 2010).

O rótulo para a maioria dos conceitos é uma palavra, embora às vezes se usem símbolos como + ou %. As proposições são declarações sobre algum objeto ou evento no universo, ocorrendo naturalmente ou construído. As proposições contêm dois ou mais conceitos conectados com outras palavras para formar uma declaração significativa (MOREIRA, 2006b; NOVAK, CANÃS, 2010). Às vezes, eles são chamados de unidades semânticas ou unidades de significado. A Figura 2 mostra um exemplo de mapa conceitual.

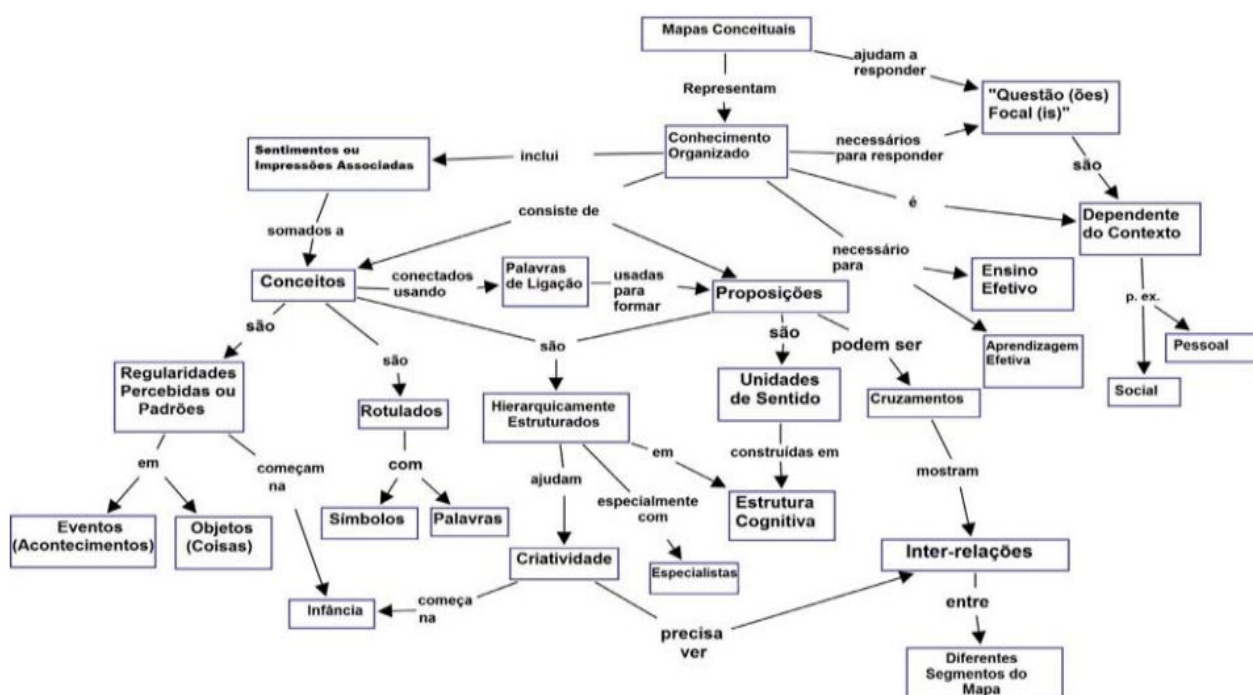


Figura 2. Esquema representativo de um mapa conceitual.
Fonte: Novak e Cañas (2010).

Ressalta-se que uma das características dos mapas conceituais é que os conceitos são representados de forma hierárquica, com os conceitos mais abrangentes e gerais no topo do mapa e os conceitos mais específicos e menos gerais organizados abaixo. A estrutura hierárquica de um determinado domínio de conhecimento também depende do contexto em que esse conhecimento está sendo aplicado ou considerado (MOREIRA, 2006b; NOVAK, CANÃS, 2010). Sendo assim, é melhor construir mapas conceituais com referência a alguma questão particular que se busca responder ou alguma situação ou evento que se está tentando entender por meio da organização do conhecimento na forma de um mapa conceitual.

Ao longo dos anos, o mapeamento de conceito passou a ser utilizado nos processos de ensino e aprendizagem, permitindo ao aprendiz representar o que sabe

e/ou aprendeu sobre uma disciplina ou sobre determinado assunto específico. Além disso, tem ajudado as pessoas a retratar ordenadamente seus pensamentos e ideias, analisar o que sabem e o que não sabem e, conseqüentemente, ampliar os conhecimentos existentes (MOREIRA, 2006b; MOREIRA, 2012c).

Nesta perspectiva, Moreira (2012c) cita que:

O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível e em razão disso pode ser usado em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação (MOREIRA, 2012c, p. 1).

Ao longo dos anos, esta técnica vem possibilitando aos estudantes representarem um conceito-chave por meio de uma ilustração visual de conceitos e subconceitos que se ligam à ideia central e se cruzam.

4 O PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional é constituído de 4 capítulos que apresentam atividades de ensino diferenciadas, a fim de promover a aprendizagem significativa de conteúdos de química a partir da temática horta escolar. Assim, o produto educacional pode ser utilizado nas três séries do ensino médio, na disciplina de química, nas disciplinas eletivas e/ou unidades curriculares, com turmas mistas. Há ainda a possibilidade de o professor adaptar as atividades propostas a sua realidade escolar e/ou abarcar outros temas relevantes ao estudo da química. A seguir, apresenta-se uma síntese de cada capítulo que compõe o produto educacional.

O capítulo 1 (Sobre a Teoria da aprendizagem significativa) contempla uma breve explanação a respeito da aprendizagem significativa de Ausubel e da UEPS proposta por Marco Antônio Moreira (2011). O capítulo 2 (Sobre a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS) apresenta os 8 passos da UEPS propostos por Marco Antônio Moreira (2011). O capítulo 3 (Descrição dos passos da UEPS sobre Horta Escolar) traz uma síntese das atividades propostas para cada passo da UEPS. O capítulo 4 (Passos da UEPS) detalha cada uma das atividades sugeridas para os 8 passos da UEPS – horta escolar. Cada passo se inicia com uma breve descrição do embasamento teórico e sugestões de atividades teóricas e práticas de laboratório.

A seguir, no Quadro 2 são apresentados de forma resumida os passos e atividades da UEPS:

Quadro 2 - Indicação dos passos e atividades da UEPS.

Passos UEPS	Atividades sugeridas
Passo 1 – Definir o conteúdo	Escolha do tema horta escolar e definição dos conteúdos e atividades a serem desenvolvidas ao longo da UEPS.
Passo 2 – Situação Inicial	Elaboração de um mapa conceitual sobre ácidos, bases e pH.
Passo 3 – Situação-problema	Leitura e discussão de um texto sobre a importância das hortênsias na indicação do pH do solo, com função de organizador

	prévio, e aplicação do questionário inicial.
O passo 4 – Aprofundamento Teórico	Leitura e discussão de um texto sobre ácidos, bases e pH. Em seguida, apresentam-se as teorias de ácidos e bases de Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis, sempre iniciando com uma abordagem histórica seguida de uma sugestão de atividade.
O passo 5 – Nova situação de aprendizagem	Implantação de uma horta escolar ao longo de 6 atividades.
O passo 6 – Avaliação somativa individual e retomada de conteúdos	Avaliação composta de 9 questões, cujo objetivo é verificar indícios de aprendizagem significativa. Em seguida, sugere-se efetuar a correção das atividades desenvolvidas na UEPS e a retomada de conceitos.
O passo 7 – Avaliação da aprendizagem	Análise de todas as atividades desenvolvidas ao longo da UEPS, com o objetivo de verificar indícios de aprendizagem significativa.
O passo 8 – Avaliação da UEPS	Avaliação da própria UEPS. Todas as atividades desenvolvidas são levadas em consideração para verificar indícios de aprendizagem significativa.

Fonte: O autor

A seguir será descrito como cada passo foi estruturado e desenvolvido.

O primeiro passo da UEPS (Definir o conteúdo) ocorreu após a escolha do tema horta escolar devido ao grande interesse dos alunos pelo tema. Os conteúdos e atividades propostas foram selecionados de acordo com as análises químicas necessárias para um melhor desenvolvimento e crescimento dos vegetais.

O segundo passo da UEPS (Situação Inicial) tem como objetivo averiguar os conhecimentos prévios dos estudantes no que se refere a ácidos, bases e pH. Para

isso, é sugerida a elaboração de um mapa conceitual. Mapas conceituais, como discutido anteriormente, são ideias de exibição visual, imagens, palavras, frases e sentenças que se conectam e apresentam conceitos complexos com base no conhecimento do mapeador.

No passo 3 (Situação-problema), que é um instrumento utilizado quando não existe subsunçores ou conhecimentos prévios relevantes, sugerimos a leitura e discussão do texto “A importância das hortênsias na indicação do pH do solo”, cujo objetivo é integrar os conhecimentos prévios levantados na aula anterior aos novos conceitos a serem aprendidos. Na sequência, é sugerida a aplicação do questionário inicial, cujo objetivo é averiguar conhecimentos mais relevantes já estudados.

O quarto passo envolve o aprofundamento teórico. Nessa etapa, sugere-se a realização de uma aula expositiva e dialogada, levando em conta a diferenciação progressiva, procurando ancorar os novos conceitos aos subsunçores. Inicialmente é apresentada a teoria eletrolítica de Arrhenius juntamente a um experimento sobre a condutividade elétrica de soluções aquosas. Em seguida, são apresentadas as teorias ácido-base de Brønsted-Lowry e a de Lewis, seguidas de dois experimentos de identificação de ácidos e bases.

No quinto passo da UEPS foi apresentada uma proposta de nova situação-problema em nível mais alto de complexidade. Moreira (2011) destaca que nessa etapa deve se dar continuidade ao conteúdo, porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira situação-problema, com objetivo de promover a reconciliação integrativa. A partir disso, foi sugerida como nova situação-problema a implantação de uma horta escolar por meio de 6 atividades descritas a seguir:

- As atividades 1 e 2 envolvem a escolha do local e a implantação do canteiro da horta.
- A atividade 3, faz-se a coleta de solo para as análises física e química.
- Na atividade 4 propõe-se que seja realizada uma análise física do solo, com objetivo de verificar a granulometria.
- A atividade 5 propõe que seja realizada uma análise química do solo. Nessa etapa, estima-se que os estudantes consigam utilizar os conhecimentos já adquiridos para aprender novos conceitos, seguindo o princípio da diferenciação progressiva (em que os conceitos se organizam dos mais abrangentes aos mais específicos) e a reconciliação integrativa (quando o estudante faz relações conceituais, integrando os novos conceitos de maneira estruturada).

- A atividade 6 trata das técnicas adequadas para o plantio das hortaliças.

O sexto passo traz uma avaliação somativa individual contendo nove questões sobre as teorias ácido-base e pH, contextualizadas a partir da temática horta e análise de solo. O objetivo dessa atividade é verificar evidências de aprendizagem significativa que o estudante tenha adquirido ao longo da aplicação da UEPS. Em seguida, propõe-se a correção das atividades realizadas ao longo da UEPS como forma de retomada dos conceitos mais relevantes do conteúdo estudado, verificando se houve superação das dificuldades encontradas, buscando a reconciliação integrativa, dando continuidade ao processo de diferenciação progressiva.

Na etapa final da UEPS, propõe-se como avaliação da aprendizagem (passo 7) a análise das respostas dos estudantes nas atividades desenvolvidas: mapa conceitual (passo 1), questionário inicial (passo 2), resolução dos questionários das aulas práticas, atividades presentes nos textos do passo 4, atividade referente às análises de solo (passo 4) e avaliação somativa individual (passo 5). Essa análise fornecerá ao docente subsídios para verificar se houve indícios de aprendizagem significativa. Simultaneamente, é proposta outra ferramenta de avaliação final (trabalho em grupo) por meio da qual os estudantes deverão apresentar em forma de seminário uma aplicação dos conceitos estudados, em diferentes situações, para a transposição do conhecimento.

A avaliação da UEPS aparece no passo 8 (último passo da UEPS) e ocorre a partir das observações do docente e dos indícios de aprendizagem significativa percebidas no decorrer das atividades desenvolvidas. Moreira (2011) enfatiza que a aprendizagem significativa é progressiva durante toda a UEPS, logo, a avaliação é baseada em evidências e não em um único instrumento avaliativo.

A versão completa do produto educacional intitulado “Horta Escola: Uma UEPS para o ensino de ácidos, bases e pH”, está abaixo.

HORTA ESCOLAR: UMA UEPS PARA O ENSINO DE ÁCIDOS, BASES E pH



Claysson Xavier da Silva
Daniele Correia

APRESENTAÇÃO

Olá, professor(a)! Sou Claysson Xavier da Silva, licenciado em Química pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) no ano de 2009. Atuo como docente há mais de 14 anos. Já atuei como professor de química no ensino médio em instituições públicas e privadas, em cursos pré-vestibulares e cursos técnicos profissionalizantes em química. Atualmente sou professor efetivo da rede estadual de ensino do estado de Mato Grosso do Sul.

A atual escola onde leciono tornou-se uma escola da autoria (modalidade de ensino integral adotada pelo estado do Mato Grosso do Sul) no ano de 2017. Desde então, o currículo das escolas que seguem esse modelo passou a ter disciplinas eletivas. O tema e a ementa de tais disciplinas são de livre escolha do professor, desde que contemplem conteúdos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A eletiva possui carga horária de duas horas-aula semanais geminadas, e a turma de estudantes que compõe a disciplina é mista, envolvendo estudantes das três séries do ensino médio.

Nos anos de 2017 e 2018, dois professores de química iniciaram a disciplina eletiva Horta Escolar, mas sem a realização de aulas laboratoriais, relacionando conceitos químicos ao plantio de hortaliças. Em 2019, passei a ser o professor responsável desta disciplina eletiva—horta escola, e, desde então, com o objetivo de sistematizar as atividades desenvolvidas na disciplina, decidi desenvolver uma sequência didática que abordasse conceitos químicos envolvendo a temática horta escolar, procurando relacionar conhecimentos que os estudantes já possuísem aos novos a serem aprendidos na disciplina.

Diante do exposto, durante o mestrado PROFQUI/UFMS, desenvolvi uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) intitulada "Horta Escolar: Uma UEPS para o ensino de ácidos, bases e pH". A UEPS está estruturada na proposta de Moreira (2011), que utiliza como base a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	1
CAPÍTULO 1: UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA – UEPS	4
CAPÍTULO 2: PASSOS DA UEPS	7
PASSO 1 – DEFINIR O CONTEÚDO	7
PASSO 2 – SITUAÇÃO INICIAL	7
PASSO 3 – SITUAÇÃO PROBLEMA	7
Texto: A Importância das Hortênsias na indicação do pH do solo	8
QUESTIONÁRIO INICIAL	10
PASSO 4 – APROFUNDAMENTO TEÓRICO	11
Ácidos, Bases e pH	12
Teoria ácido-base de Arrhenius	16
Teoria ácido-base de Brønsted-Lowry	18
Teoria ácido-base de Lewis	20
Sobre pH	21
Indicadores de pH	22
Experimento: IDENTIFICANDO ÁCIDOS E BASES UTILIZANDO INDICADORES	24
PASSO 5 – NOVA SITUAÇÃO-PROBLEMA EM NÍVEL MAIS ALTO DE COMPLEXIDADE:	26
ATIVIDADE 1: ESCOLHENDO O LOCAL PARA IMPLANTAÇÃO DO CANTEIRO DA HORTA	28
ATIVIDADE 2: IMPLANTAÇÃO DO CANTEIRO DA HORTA	30
ATIVIDADE 3: COLETA DE SOLO PARA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA	32
ATIVIDADE 4: ANÁLISE FÍSICA DO SOLO	35
ATIVIDADE 5: ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO (pH)	42
5.1 pH do solo utilizando indicadores ácido base	45
ATIVIDADE 6: PLANTIO DE HORTALIÇAS	48

PASSO 6: AVALIAÇÃO SOMATIVA INDIVIDUAL	53
Correção das atividades realizadas como forma de retomada dos conceitos mais relevantes do conteúdo.....	56
PASSO 7: AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM	57
PASSO 8: AVALIAÇÃO DA UEPS	58
REFERÊNCIAS	59



CAPÍTULO 1

Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS

A aprendizagem significativa pode ser compreendida como o produto fenomenológico da interação não aleatória e não literal entre estruturas cognitivas anteriores e novos conhecimentos a serem aprendidos. Neste sentido, metodologias de ensino voltadas à melhoria das aulas e sua eficiência em relação à aprendizagem dos estudantes são amplamente divulgadas na literatura educacional. Com isso, é importante que o professor defina estratégias e técnicas a serem utilizadas no processo de ensino, como abordagens diferenciadas, que norteiam os recursos a serem utilizados, e componentes que intermediam a relação professor-aluno (MOREIRA, 2011).

Assim, Moreira (2011) propôs a UEPS como uma metodologia para facilitar a aprendizagem significativa. Para o autor, a informação já dominada pelo estudante é um fator significativo que influenciará na sua aprendizagem, tendo um certo domínio sobre determinado assunto o estudante poderá desenvolver novos aprendizados, facilitando a compreensão de novos conceitos.

Dessa forma, tendo em vista que a aprendizagem significativa é baseada no processo em que novas informações são desenvolvidas e estruturadas a partir do conhecimento que os estudantes já possuem, tem-se que a UEPS baseia-se em um conjunto de teorias de aprendizagem às quais o construtivismo está subjacente. Com a UEPS, o estudante será acompanhado pelo docente durante todo o processo de ensino, cabendo ao professor criar condições para que o discente aprenda o conteúdo de maneira significativa.



Vale ressaltar que não basta o professor estar disposto a desenvolver uma sequência didática, a partir de uma UEPS, o estudante também deve estar motivado a aprender, sendo participativo, crítico e questionador, possibilitando a compreensão do conteúdo disciplinar a ser estudado.

Com relação à UEPS, Moreira (2011) propõe que ela seja desenvolvida em oito passos:

1. Definir o tema específico a ser abordado, identificando os aspectos a serem estudados, bem como quais conteúdos podem ser utilizados.
2. Criar/propor situações como debate, questionário, mapa conceitual, situação-problema etc. Para que o aluno seja capaz de mostrar o quanto já sabe e o professor possa trabalhar com o aluno para desenvolver seus conhecimentos a partir do que já se sabe.
3. Propor situações-problema com um nível introdutório levando em consideração o que o aluno já sabe, nessas situações-problema pode-se contar com o auxílio de outros tipos de materiais como jogos e softwares, tornando a aula ainda mais atrativa e com maior participação do aluno.
4. Uma vez elaboradas as situações iniciais, apresentar os saberes a ensinar/aprender, partindo de aspectos mais gerais e inclusivos, dando uma primeira visão do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, e depois exemplificando, abordando aspectos específicos.
5. Na continuidade, retome os aspectos mais gerais do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação, mas com maior grau de complexidade em relação à primeira apresentação. Neste caso, as situações problemáticas devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças em relação a situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integrativa.
6. Concluindo a unidade, dar continuidade ao processo de diferenciação progressiva, voltando às características mais relevantes do conteúdo em questão, mas em uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a conciliação integrativa. Nesta parte, os conteúdos devem ser propostos e trabalhados em níveis superiores de complexidade em relação a situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e posteriormente apresentadas e/ou discutidas em um grande grupo, sempre com a mediação do professor.
7. A avaliação da aprendizagem por meio da UEPS deve ser feita ao longo de sua implantação, registrando-se tudo o que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado.
8. A UEPS só será considerada bem-sucedida se a avaliação do desempenho do aluno fornecer evidências de aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; portanto, a ênfase se dá na evidência e não no comportamento final. (MOREIRA, 2011, p. 3).



Tendo em vista os passos referentes à elaboração da UEPS, tem-se que esta se configura como uma sequência didática baseada na teoria da aprendizagem significativa e elaborada com ênfase nos princípios de diferenciação progressiva¹, que reconhece a natureza hierárquica da dinâmica da estrutura cognitiva, retenção e organização do conteúdo e reconciliação integrativa², que é a retomada de unidades conceituais para relacionar ideias, explicando semelhanças e diferenças entre novas informações e subsunçores, os quais facilitam a aprendizagem (MOREIRA, 2011).

Diante do exposto, apresenta-se no Capítulo 4 uma UEPS para o ensino de ácidos, bases e pH a partir da temática horta escolar.

1. Diferenciação progressiva é o princípio a partir do qual os assuntos mais gerais e inclusivos devem ser apresentados no início do ensino, e então, progressivamente diferenciar e introduzir os detalhes específicos necessários. É o que ocorre com um subsunçor que serve de ancoragem para novos conceitos (MOREIRA 2011).
2. Reconciliação integrativa é um processo dinâmico da estrutura cognitiva que visa explorar as relações entre conceitos, ideias e proposições, indicando pontos semelhantes e diferentes e recombinação de conceitos prévios (MOREIRA 2011).

CAPÍTULO 2

Passos da UEPS

Passo 1 – Definir o conteúdo:

Os conteúdos e atividades a serem desenvolvidas foram selecionados de acordo com os conceitos presente nas análises químicas necessárias para um melhor desenvolvimento e crescimento dos vegetais.

Passo 2 – Situação inicial:

Neste momento, serão levantados os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema a partir de questionamentos e produção de um mapa conceitual.

Iniciar a aula questionando os estudantes sobre o que eles sabem a respeito de ácidos, bases e pH, solicitar que deem exemplos do cotidiano. Anotar as informações no quadro. Em seguida, perguntar aos estudantes o que conhecem a respeito do pH das substâncias citadas e se a variação da quantidade destas substâncias pode alterar o pH do meio. Por último, os estudantes poderão classificar as palavras citadas por ordem de importância, construir um mapa conceitual em grupo e entregar ao professor.

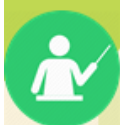
Passo 3 – Situação problema:

A situação-problema tem a função de organizador prévio. Para tanto, sugerimos a leitura e discussão do texto “A importância das hortênsias na indicação do pH do solo”. Na sequência, os estudantes podem responder o questionário inicial.

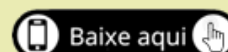
O texto da reportagem, “A importância das hortênsias na indicação do pH do solo”³, pode ser utilizado como situação-problema e terá a função de organizador prévio cujo objetivo é integrar os conhecimentos prévios levantados na aula anterior aos novos conceitos a serem aprendidos.

Os estudantes devem efetuar a leitura do texto em grupo e responder o questionário inicial, cujo objetivo é averiguar conhecimentos mais relevantes já estudados.

³Adaptado de <https://jra.abae.pt/plataforma/artigo/importancia-das-hortensias-na-indicacao-do-ph-do-solo-na-agricultura-biologica/>



Professor(a): O texto "A importância das hortênsias na indicação do pH do solo", juntamente ao questionário inicial, tem a função de organizador prévio. Sugere-se que os estudantes sejam organizados em grupos e realizem a leitura e discussão do texto em sala de aula. O professor pode baixar o texto pelo *link* do QR Code ao lado ou solicitar aos estudantes que apontem as câmeras dos celulares e baixem o texto.



A importância das hortênsias na indicação do pH do solo⁴

O pH é um dos fatores que afetam a produtividade do solo e seu controle proporciona um melhor desenvolvimento e crescimento dos vegetais que se pretende cultivar. As hortênsias são utilizadas como indicador de acidez e produtividade desde a antiguidade, por serem um excelente indicador ácido/base. Diante do exposto, podemos nos questionar: como o pH do solo afeta a cor das plantas? Hortênsias são flores que apresentam cores de acordo com o pH do solo. A cor da flor de hortênsia depende do solo em que é cultivada. O pH muda da seguinte maneira: aqueles cultivados em solo com características alcalinas ($\text{pH} > 7$) produzirão flores rosa, ou até mesmo vermelhas, enquanto aqueles encontrados em solo com características ácidas ($\text{pH} < 7$) produzirão flores azuis.

Ao adicionar calcário (carbonato de cálcio) ao solo, podem ser obtidas flores multicoloridas, uma vez que em solos neutros ou ligeiramente ácidos (pH 6 a 7), as flores podem ser roxas ou uma mistura de azul e rosa em um único arbusto. Já a hortênsia com flores brancas não pode ser alterada para rosa ou azul, uma vez que esta não é afetada pelo pH do solo.

Para que as hortênsias produzam flores azuis (Figura 1), o solo deve ser ácido. Solos ricos em alumínio produzirão flores azuis, e quanto mais alumínio for encontrado no solo onde forem cultivadas, mais escura

⁴Adaptado de <https://jra.abae.pt/plataforma/artigo/importancia-das-hortensias-na-indicacao-do-ph-do-solo-na-agricultura-biologica/>

elas serão, podendo chegar ao violeta. Caso o solo tenha características ligeiramente alcalinas, pode-se adicionar matéria orgânica, como borra de café, cascas de frutas e vegetais ou sulfato de alumínio para diminuir o pH. Para que as hortênsias produzam flores rosas (Figura 2), o solo deve ser ter características alcalinas. Se você tem uma planta que produz flores azuis e deseja que ela comece a produzir flores rosas, você deve primeiro apará-la para remover a maioria das folhas (esta é uma etapa necessária para remover o máximo possível de alumínio da planta). Replante-a em um solo tratado com 200 a 400 gramas de calcário dolomítico por metro quadrado. O calcário dolomítico tem a função de ajustar o pH do solo, sendo que quanto mais calcário for adicionado ao solo, mais características alcalinas ele terá. Quanto mais características alcalinas apresentar o solo, mais clara será a cor das flores, formando hortênsias brancas, conforme Figura 3.

A temperatura também pode afetar a coloração das hortênsias, tendo como exemplo as hortênsias vermelhas, que não são encontradas em climas quentes. Outra característica da hortênsia que não pode ser alterada é a tonalidade de sua cor. Se a hortênsia adquirir cores claras, ela permanecerá desta forma, independentemente das alterações que forem feitas no pH do solo. O mesmo vale para aquelas com cores fortes. Além disso, a cor dessas variedades só pode ser mantida se as condições do solo forem adequadas.



Figura 1. Hortênsia Azul
Fonte: Grátis png



Figura 2. Hortênsia Rosa
Fonte: Grátis png



Figura 3. Hortênsia Branca.
Fonte: Grátis png

Questionário Inicial:

1. O que você entende pelo termo ácido? Qual a faixa de pH que substâncias ácidas apresentam?

2. O que você entende pelo termo alcalino? Qual a faixa de pH que substâncias alcalinas apresentam?

3. O que você entende por pH?

Passo 4 – Aprofundamento teórico

O aprofundamento teórico ocorre por meio de uma aula expositiva e dialogada, levando em conta a diferenciação progressiva, procurando ancorar os novos conceitos aos subsunçores. Inicialmente é apresentada a teoria eletrolítica de Arrhenius juntamente a um experimento sobre a condutividade elétrica de soluções aquosas. Em seguida, são apresentadas as teorias ácido-base de Brønsted-Lowry e a de Lewis, seguidas de dois experimentos de identificação de ácidos e bases. No final de cada roteiro experimental há um questionário, que deverá ser respondido após a realização de cada prática experimental.

Sugere-se que o professor inicie a aula revisando os conceitos de soluções eletrolíticas e não eletrolíticas e a teoria ácido base de Arrhenius, sempre partindo dos conceitos mais gerais para os mais específicos. Essa primeira etapa da aula leva em consideração a diferenciação progressiva (processo de outorgar significado a um subsunçor).

Durante a etapa de revisão, os estudantes irão relembrar seus conhecimentos prévios e sistematizar os conceitos em suas respectivas estruturas cognitivas. A intervenção do professor deve ocorrer quando perceber que a sistematização está incorreta (MOREIRA, 2011).

À medida que o estudante for recordando os conceitos de ácidos e bases, “ativando” subsunçores, o professor poderá introduzir uma nova teoria ácido-base. A teoria protônica de Brønsted-Lowry é adequada para que progressivamente o estudante fortaleça o subsunçor, oferecendo-lhe mais significado e facilitando novas aprendizagens (MOREIRA, 2011).

Por conseguinte, deve-se introduzir a teoria ácido-base de Lewis, utilizando as teorias anteriores como subsunçores, e na sequência introduzir o conceito de pH. Os subsunçores dinamicamente vão se relacionando, sendo que os novos vão se incorporando aos outros já existentes (MOREIRA, 2011).

Diante do exposto, sugere-se que o professor inicie uma revisão teórica a respeito das teorias ácido-base e pH. Frente a isso, a seguir consta um material introdutório sobre as teorias ácido-base e pH que pode ser utilizado em sala de aula ou como material suporte para o preparo da aula.

ÁCIDOS, BASES E pH

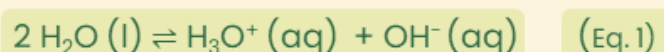
Os ácidos e as bases desempenham um papel importante na vida das pessoas. A concepção de que algumas substâncias são ácidos enquanto outras são bases já remonta a tempos atrás, de forma que os termos ácido e base aparecem relatados nos escritos dos alquimistas medievais (SOUZA e SILVA, 2018).

Na antiguidade, os ácidos foram os primeiros a serem reconhecidos, aparentemente por apresentarem sabor azedo. Outras propriedades vinculadas em tempos remotos aos ácidos consistem em sua ação solvente ou corrosiva, bem como seu efeito ao entrar contato com corantes vegetais e sua efervescência resultante da aplicação em giz (produção de bolhas de gás carbônico) (SOUZA e SILVA, 2018).

Nos tempos medievais, as bases eram caracterizadas principalmente por sua capacidade de neutralizar ácidos e formar sais. Neste sentido, apesar de sua natureza vaga, essas ideias serviram para correlacionar uma quantidade considerável de observações qualitativas e grande parte dos materiais químicos conhecidos atualmente (SOUZA e SILVA, 2018).

Dessa forma, para explicar sobre ácidos e bases, vale primeiramente compreender sobre a água pura. Na água pura, uma pequena fração de suas moléculas se ioniza naturalmente para formar íons (átomo ou molécula eletricamente carregada) (ZAPP *et al.*, 2016).

A decomposição da molécula de água é representada pela equação química:



Os produtos desta reação são um íon hidrônio (H_3O^+) e um íon hidróxido (OH^-). O íon hidróxido, que tem carga negativa, se forma quando uma molécula de água libera um íon de hidrogênio carregado positivamente (H^+), enquanto que o íon hidrônio, que tem carga positiva, se forma quando outra molécula de água aceita o íon hidrogênio (ZAPP *et al.*, 2016).

Assim, a concentração de íons hidrônio em uma solução é conhecida como acidez. Ressalva-se que na água pura, a concentração de íons hidrônio é muito baixa; apenas cerca de 1 em 10 milhões de moléculas de água se ionizam naturalmente para formar um íon hidrônio. Como resultado, a água pura é essencialmente neutra (ZAPP *et al.*, 2016).

Dessa forma, se uma solução tiver uma concentração maior de íons de hidrônio do que água pura, ela terá um pH inferior a 7. Uma solução com um pH inferior a 7 é chamada de ácida. Conforme a concentração do íon hidrônio aumenta, o valor do pH diminui. Portanto, quanto mais ácida for uma solução, menor será o seu valor de pH. Por outro lado, se uma solução tiver uma concentração menor de íons de hidrônio que a água pura, ela terá um pH superior a 7. Uma solução com um pH superior a 7 é chamada de base (VENDRUSCULO e SILVA MELLO, 2020).

Neste sentido, acidez e basicidade são medidas em uma escala chamada pH, conforme ilustrado na Figura 4. A água pura tem um pH 7, portanto, esse valor é tido como neutro (nem ácido nem básico) (VENDRUSCULO e SILVA MELLO, 2020).

Um medidor de pH mede quão ácida ou básica é uma solução. Quando se testa uma substância com um medidor de pH, obtêm-se um número que varia entre zero (0) e quatorze (14). Assim, os ácidos têm um pH abaixo de 7 e quanto mais íons H^+ ele possuir, mais ácido ele será e, portanto, menor será o seu pH. Já as bases têm um pH acima de 7.

O ponto 7 da escala, ou seja, pH igual a 7 é considerado neutro, o que significa que existe um equilíbrio entre os íons H^+ e OH^- . Às vezes, o valor do pH pode ser menor que 0 para ácidos muito fortes ou maior que 14 para bases muito fortes (VENDRUSCULO e SILVA MELLO, 2020).

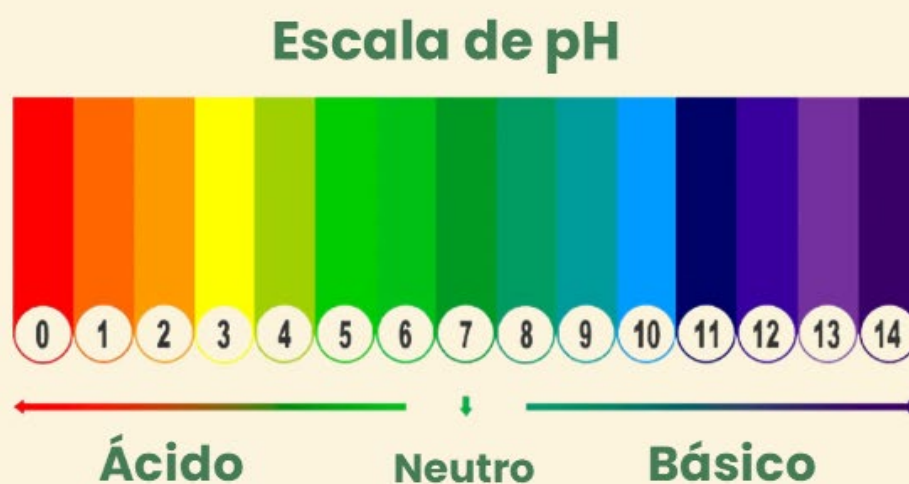
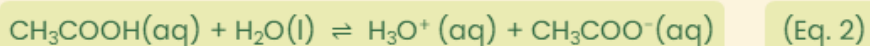


Figura 4. Escala de pH.
Fonte: Adaptado de canal metrologia

Diante do exposto, tem-se que ao se tratar de ácidos e bases, as palavras forte e fraco têm um significado muito específico. Ácidos fortes se dissociam completamente em água para produzir o número máximo de íons H^+ . Já ácidos fracos não se dissociam completamente. O inverso também se aplica às bases, ou seja, bases fortes se dissociam liberando o número máximo de íons OH^- , enquanto que as bases fracas se dissociam parcialmente (ZAPP *et al.*, 2016).

Assim sendo, a força relativa de um grupo de ácidos pode ser avaliada medindo a extensão da reação que cada membro sofre com uma base comum, ou vice-versa. Com isso, faz-se uso da constante de equilíbrio de dissociação do ácido (K_a) ou constante de equilíbrio de dissociação da base (K_b), a qual é calculada a partir da razão das concentrações das espécies dissociadas pela espécie não dissociada (Eq. 3) (ZAPP *et al.*, 2016).



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad (\text{Eq. 3})$$

Neste caso, quanto mais fraco for o ácido ou a base em questão, o valor de K_a ou K_b terá um valor inferior a 1. Em vista disso, o valor de K_a ou K_b pode, portanto, ser usado para distinguir entre ácidos fortes e ácidos fracos e bases fortes e bases fracas (ZAPP *et al.*, 2016).

Dessa maneira, tem-se que a força de um ácido é determinada pelo número de mols de H_3O^+ que são produzidos para cada mol de ácido que se dissocia e a força de uma base é determinada pelo número de mols de OH^- que são produzidos para cada mol de base que se dissolve.

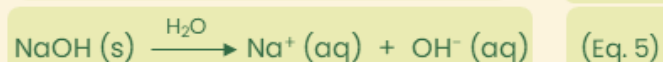
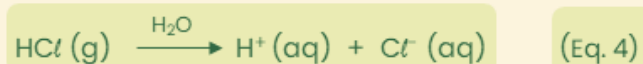
A seguir, é apresentado um breve histórico das principais teorias ácido-base e pH. Ao final, sinalizam-se os principais pontos que o professor deve considerar durante a revisão dos conteúdos.

Teoria ácido-base de Arrhenius

Ao longo dos anos, vários cientistas apresentaram definições distintas para caracterizar ácidos e bases. Assim, os aspectos históricos do domínio ácido-base fundamentam-se principalmente em três teorias, sendo estas a de Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis (SOUZA e ARICÓ, 2017).

A teoria ácido-base de Arrhenius foi proposta no final do século XIX pelo sueco Svante Arrhenius, sendo a primeira abordagem moderna aos conceitos de ácido e de base. Essa teoria é bastante simples e útil, visto que conceitua os ácidos como compostos que aumentam a concentração de íon hidrogênio⁵ (H^+) em solução aquosa e as bases como substâncias que liberam o ânion hidroxila (OH^-) em solução aquosa (Equações 4 e 5). Atualmente sabe-se que o íon H^+ liberado não é um próton livre, ele existe em estado combinado com a molécula de água e forma o íon hidrônio (H_3O^+). Exemplos comuns de ácido de Arrhenius incluem o ácido clorídrico, o ácido sulfúrico e o ácido nítrico e de bases o hidróxido de sódio (LIMA *et al.*, 2012, SOUZA e ARICÓ, 2017).

⁵O trabalho original de Arrhenius não apresentou a solvatação dos íons H^+ . Atualmente o íon hidrônio (H_3O^+) é amplamente utilizado como abreviação de $H^+(aq)$ (MIESSLER *et al.*, 214.).



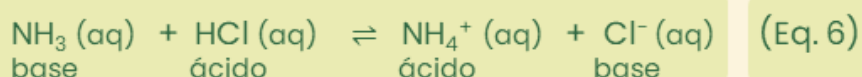
A Teoria de Arrhenius é a mais limitada dentre as três teorias, uma vez que o meio da solução deve ser aquoso e o ácido deve produzir íon hidrogênio (H^+) ou a base deve produzir íon hidróxido (OH^-) na dissociação com água. Portanto, a substância é considerada como ácido de Arrhenius ou base de Arrhenius quando é dissolvida em água. Porém, quando o ácido ou base de Arrhenius é dissolvido em qualquer outro solvente, como o benzeno, não ocorre dissociação, o que vai, portanto, contra a teoria de Arrhenius (LIMA *et al.*, 2012, SOUZA e ARICÓ, 2017).

Teoria ácido-base de Brønsted-Lowry

O químico dinamarquês chamado Johannes Nicolaus Brønsted e o cientista britânico Thomas Martin Lowry propuseram uma definição diferente de ácido e de base que se baseava nas habilidades do composto para doar ou aceitar os prótons. Essa teoria é conhecida como Teoria de Brønsted-Lowry e fornece uma definição ácido-base mais geral e útil, aplicando-se a uma ampla gama de reações químicas (SOUZA e ARICÓ, 2017).

Nessa teoria, geralmente considera-se um átomo de hidrogênio como um próton que perdeu seus elétrons e se tornou um íon de hidrogênio carregado positivamente (H^+). De acordo com o conceito de Brønsted-Lowry, um ácido é considerado ácido de Brønsted-Lowry quando é capaz de doar um próton, enquanto que uma base é considerada uma base de Brønsted-Lowry quando é capaz de aceitar um próton. Com isso, quando um ácido reage com uma base, o próton é transferido de uma espécie química para outra (Eq. 6) (LIMA *et al.*, 2012, SOUZA e ARICÓ, 2017).

Sendo assim, no modelo de Brønsted-Lowry, ácidos e bases existem como pares conjugados cujas fórmulas estão relacionadas pelo ganho ou perda de um íon de hidrogênio. Um exemplo de um ácido de Brønsted-Lowry seria o ácido clorídrico e de uma base de Brønsted-Lowry seria a amônia (SOUZA e ARICÓ, 2017).

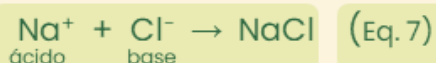


A teoria de Brönsted-Lowry é capaz de explicar o comportamento ácido-básico em meio aquoso e não aquoso. Contudo, conforme essa teoria, um mesmo composto atua como ácido em uma reação e como base em outra. Portanto, pode ser muito difícil prever o ácido ou base exata em uma reação (LIMA *et al.*, 2012).

Teoria ácido-base de Lewis

Em 1923, o cientista Gilbert Newton Lewis propôs uma nova teoria ácido-base que é baseada na transferência de elétrons. Esta teoria é mais avançada e flexível que a de Brønsted-Lowry, pois explica o comportamento ácido-básico nas moléculas que não contêm íons de hidrogênio ou em meio não aquoso (LIMA *et al.*, 2012, SOUZA e ARICÓ, 2017).

De acordo com a Teoria de Lewis, um ácido é uma substância que tem a capacidade de aceitar um par de elétrons, sendo assim denominado ácido de Lewis, enquanto que uma base é uma substância que tem capacidade de doar um par de elétrons, chamada base de Lewis (Eq. 11). Exemplos de ácidos de Lewis são os cátions, como Na^+ , e de bases de Lewis são os ânions dos metais, como Cl^- (SOUZA e ARICÓ, 2017).



A Teoria de Lewis não é capaz de explicar por que todas as reações ácido-base não envolvem a ligação de coordenação covalente, como também não explica o conceito de força relativa de ácidos e bases (SOUZA e ARICÓ, 2017).

Assim, ambas as teorias possuem suas vantagens e desvantagens, de forma que até certo ponto, uma complementa a outra. Neste sentido, analisando as referidas teorias, depreende-se que todos os ácidos de Arrhenius e os ácidos de Brønsted-Lowry são ácidos de Lewis, mas o reverso não é verdadeiro.

Sobre pH

Em 1909, o bioquímico dinamarquês Søren P. T. Sørensen estabeleceu um método simples para expressar a acidez usando o logaritmo negativo da concentração de íons de hidrogênio: $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$. Ele chamou de expoente do íon hidrogênio representado pelo símbolo pH "pondus hydrogeni – potencial de hidrogênio". Devido ao uso do artifício matemático " $-\log [\text{H}^+]$ ", os valores dessa escala são positivos na faixa de concentração abaixo de 1 mol L^{-1} . Sendo assim, a definição original de Sørensen ainda pode ser usada, pois o instrumento usado para fazer a medição pode ser calibrado com uma solução de concentração de íon hidrogênio conhecida (GAMA e AFONSO, 2007).

O conceito de pH, estritamente falando, só se aplica a soluções aquosas, diluídas. Se for necessário calcular a alcalinidade (pOH) do meio, use a expressão $\text{pH} + \text{pOH} = 14$. Portanto, o produto iônico da água (K_w) é importante na determinação do valor de pH. Isso também mostra que o valor na escala de pH não é arbitrário, mas sim derivado da medição experimental de K_w . Como este varia com a temperatura, a escala de pH também irá variar (GAMA e AFONSO, 2007).

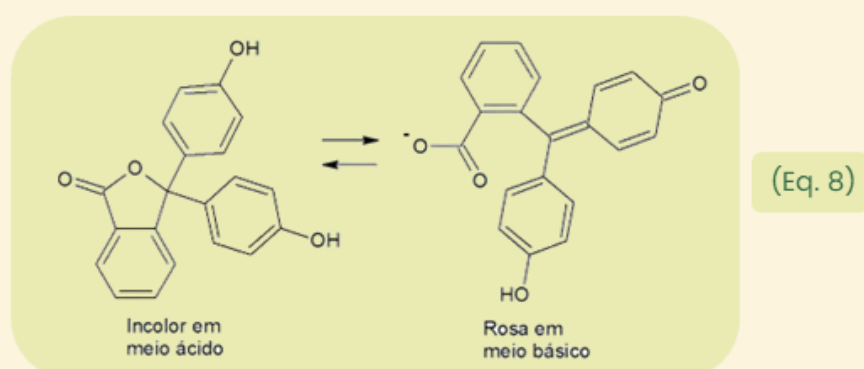
Embora o conceito de pH como " $-\log [\text{H}^+]$ " seja inteiramente atribuído a Sørensen, o trabalho de Friedenthal na determinação da concentração de íons de hidrogênio forneceu subsídios para o estabelecimento de um dispositivo logarítmico. Portanto, seria mais justo atribuir a ambos o crédito pela introdução do conceito de pH. Muitos autores consideram Friedenthal o verdadeiro introdutor desta escala (GAMA e AFONSO, 2007).

Indicadores de pH

No século XVII, Robert Boyle preparou um extrato de flores violetas. Ele observou que a cor do extrato mudava para vermelho em soluções ácidas, e verde em soluções básicas. Em seguida, Boyle aplicou o extrato em um papel branco. Então ele colocou algumas gotas de vinagre na mancha violeta, que ficou com coloração vermelha. Este é o início do uso de extratos naturais como indicadores ácido-base (PALÁCIO *et al*, 2012).

A primeira teoria a respeito de indicadores ácido-base foi proposta por Wilhelm Ostwald em 1894. De acordo com Ostwald, indicadores são bases ou ácidos fracos, que apresentam cores diferentes para as moléculas não dissociadas e seus respectivos íons (Eq. 20) (GAMA e AFONSO, 2007).

Outra teoria, conhecida como cromófora, indica que a coloração das substâncias é devido à presença de grupos de átomos ou ligações duplas nas moléculas. Ela descreve que a mudança na cor dos indicadores ocorre devido a um reagrupamento molecular determinado pela variação do pH do meio (UFJF, 2019).



Atualmente, sabe-se que as cores de diversas flores ocorrem devido ao pigmento conhecido como antocianinas, e a cor de seus extratos muda de acordo com a acidez ou alcalinidade do meio, o que corrobora com as mudanças de cor nos extratos vegetais observadas por Boyle.

O medidor de pH (potenciômetro ou pHmetro) (Figuras 5 e 6) é o método mais preciso (exato) para determinar o pH. A leitura dos valores de pH se dá por meio da condutividade elétrica da solução. O aparelho converte os valores medidos em milivolts para a escala usual de pH de 0 a 14.

Entretanto, para processos em que não seja adequado usar o medidor de pH (uma reação com reagentes tóxicos, por exemplo), são usados frequentemente alguns corantes que mudam de cor em diferentes faixas de pH (indicadores) (Figura 8), ou fitas de pH (Figura 7), que são menos precisos (menos exatos) que os medidores de pH.



Figura 5: pHmetro portátil.
Fonte: Grátis PNG



Figura 6: pHmetro de bancada.
Fonte: Grátis PNG



Figura 7: Fita de pH.
Fonte: Png EGG



Figura 8: Solução indicadora de pH.
Fonte: Png EGG




Professor(a): A atividade a seguir deve ser realizada em grupo pelos estudantes e sob a sua supervisão. Este roteiro e o vídeo demonstrativo podem ser acessados por meio do *link* presente no QR Code ao lado. Os estudantes podem acessar apontando as câmeras dos celulares para o QR code.



Baixe aqui 

IDENTIFICANDO ÁCIDOS E BASES UTILIZANDO INDICADORES

Demonstrar que substâncias apresentam coloração diferente na presença de um ácido ou de uma base.

1. Introdução



Cuidado ao manusear NaOH. Se possível, utilize luvas ou peça auxílio ao professor.

Indicadores ácido-base são substâncias que modificam sua coloração na presença de um ácido ou de uma base. São amplamente utilizados para verificar se determinada solução está na faixa de acidez desejada, tendo como exemplo a água de piscinas e aquários.

2. Objetivos

- Analisar as funções ácido e base de substâncias do dia a dia na presença de indicadores.

3. Materiais e reagentes

- | | |
|--|---|
| • Estante para tubo de ensaio; | • Hidróxido de sódio NaOH (pode-se utilizar soda cáustica);  |
| • 4 tubos de ensaio; | • Vinagre; |
| • Conta gotas; | • Sabão em pó; |
| • Indicador Fenolftaleína ou outro que tiver disponível; | • Suco de limão; |



4. Procedimentos experimentais

1. Numerar os tubos de 1 a 4 e adicionar 1/3 de água.
2. Adicionar em cada tubo a medida de uma colher de café das seguintes substâncias: hidróxido de sódio (NaOH), vinagre, sabão em pó e suco de limão, respectivamente.
3. Adicionar de 2 a 3 gotas do indicador fenolftaleína ou outro disponível. Observe as alterações e complete o Quadro 1.

Quadro 1 – Resultados da análise de acidez com indicador

Soluções	Cor Observada	Classificação Química	
		Ácido	Base
1. Hidróxido de sódio (NaOH) + H ₂ O			
2. Vinagre + H ₂ O			
3. Sabão em pó + H ₂ O			
4. Suco de limão + H ₂ O			



Passo 5 – Nova situação-problema em nível mais alto de complexidade:

Como nova situação-problema, sugere-se a construção da horta escolar. Todas as atividades devem ser executadas pelos estudantes, com a supervisão do professor. Nesta etapa, propomos que seja implantado o canteiro da horta, e em sequência efetuar a análise física e química do solo. Precedendo a análise química, são indicadas a leitura e discussão de um texto sobre a fertilidade dos solos no Brasil, assim como na etapa da calagem, na qual sugere-se a leitura de um texto que trata do calcário no Brasil. Os textos têm a finalidade de reforçar a diferenciação progressiva, incitando os estudantes a questionarem os fatores que influenciam a fertilidade do solo, e os métodos de correção do pH, quando necessário. Após as discussões, análises e calagem, faz-se necessário prosseguir com as demais etapas de implantação da horta divididas em seis atividades.

Nessa etapa será utilizada uma nova estratégia para auxiliar na consolidação do conhecimento adquirido, tornando a aprendizagem significativa. Aqui utilizaremos como nova situação problema a implantação de uma horta escolar para aplicar os conceitos de ácido, base e pH.

A horta escolar pode ser utilizada no processo ensino-aprendizagem como metodologia de contextualização, envolvendo a comunidade escolar, despertando o interesse dos estudantes e beneficiando a escola com alimentos orgânicos (PINHEIRO, 2013). Ainda é possível desenvolver a educação ambiental, conectando conceitos teóricos, como ácidos, bases, pH e soluções, aos práticos, utilizando técnicas laboratoriais e equipamentos para realizar as análises (Morgado, 2006).

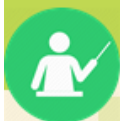
Inicialmente, sugerem-se a escolha do local e a implantação do canteiro da horta, seguindo as instruções das atividades 1 e 2. Em sequência, é proposta na atividade 3 a coleta de solo para as análises física e química.

Na atividade 4, propõe-se que seja realizada uma análise física do solo, com objetivo de verificar a granulometria.

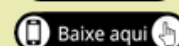
A atividade 5 (análise química do solo) sugere um método de análise de pH do solo onde o professor pode realizar a atividade dividindo a turma em grupos.

Nessa etapa, estima-se que os estudantes consigam utilizar os conhecimentos já adquiridos para aprender novos conceitos, seguindo o princípio da diferenciação progressiva (em que os conceitos se organizam dos mais abrangentes para os mais específicos) e a reconciliação integrativa (em que o estudante faz relações conceituais, integrando os novos conceitos de maneira estruturada).

Para finalizar a implantação da horta, é necessário efetuar o plantio das hortaliças conforme a atividade 6, utilizando mudas com pelo menos 21 dias de germinação, para assim obter os vegetais em tamanho próprio para consumo mais rapidamente.



Professor(a): A primeira atividade envolve a escolha do local para a implantação do canteiro da horta. Sugere-se levar os estudantes para fazer um tour pela escola, a fim de encontrar em conjunto o ambiente adequado para a execução do projeto. A escolha do local deve seguir as orientações descritas no roteiro desta atividade, que pode ser baixado por meio do *link* presente no QR Code ao lado. Os estudantes podem baixar o arquivo apontando as câmeras dos celulares.



Atividade 1: Escolhendo o local para implantação do canteiro da horta⁶

1.1. Introdução

O local para se implantar um canteiro de horta deve ser escolhido de forma que tenha os requisitos mínimos para um plantio eficiente. Recomenda-se que haja incidência de pelo menos 6 horas diárias de sol no local, assim como um ponto de água próximo. Outro fator a ser levado em consideração é a topografia do terreno, que preferencialmente deve ser plano. Caso haja grama próximo ao local, ele deve ser isolado colocando uma barreira.

1.2. Objetivos

- Escolher local adequado para o plantio de hortaliças.

1.3. Materiais

- Roteiro e caneta para anotações.

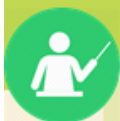
⁶Adaptado de LIZ (2006)

1.4. Procedimento

1. O local deve ser de fácil acesso e ter a maior exposição ao sol possível.
2. Deve ter água disponível próxima ao local.
3. Terrenos encharcados devem ser descartados.
4. O terreno deve ser de preferência plano, porém, se a única área disponível for inclinada, deve-se fazer o uso de curvas de nível para evitar o assoreamento.
5. Deve haver uma pequena divisão de áreas para facilitar o manejo.
6. Deve-se fazer uma análise física do solo para conhecer a granulometria, e evitar solos arenosos ou muito argilosos.
7. Deve-se efetuar uma análise química do solo para conhecer o pH em que se encontra, e se necessário, tomar as medidas necessárias de correção.



Figura 9: Escolha do local a ser implantado o canteiro da horta.
Fonte: Os autores



Professor(a): Após a escolha do local para a implantação do canteiro da horta, sugere-se organizar os estudantes em grupos e dividir a área disponível em partes iguais. Sob a supervisão do professor, cada grupo deve demarcar sua área seguindo as orientações presentes no roteiro desta atividade, que pode ser baixado por meio do *link* presente no QR Code ao lado. Os estudantes podem baixar o arquivo apontando as câmeras dos celulares.



Atividade 2: Implantação do canteiro da horta⁷

2.1. Introdução

A largura dos canteiros da horta depende do tamanho do terreno disponível. No entanto, a largura deve ser pensada de modo que facilite o plantio, a colheita e demais atividades. Em tese, a largura dos canteiros podem variar de 80 cm a 120 cm, enquanto que a largura das "ruas" variam de 30 cm a 50 cm.

2.2. Objetivos

Dividir o local em áreas iguais.

Efetuar a limpeza da área.

2.3. Materiais

- Estacas de madeira;
- Barbante;
- Marreta ou martelo;
- trena
- Enxada.



Cuidado ao manusear a enxada. Utilize calçado fechado

2.4. Procedimento

1. Medir a área disponível utilizando trena ou o GPS do celular com o auxílio de aplicativos para medição de áreas.

⁷Adaptado de Fernandes (2007)

2. Fixar estacas nos quatro cantos do terreno, e amarrar uma linha de barbante a fim de delimitar a área total.



Figura 10: Fixação de estacas.
Fonte: Os autores

3. Dividir a área em canteiros menores, também utilizando estacas e linha barbante, com largura entre 80 a 120 centímetros, 20 centímetros de altura, e comprimento variável de acordo com o tamanho da horta.
4. Deixar espaço entre os canteiros de 30 a 50 centímetros, com o intuito de facilitar o manejo.
5. Efetuar a limpeza do local.



Figura 11: Divisão do canteiro da horta.
Fonte: Os autores




Professor(a): Após a instalação do canteiro, devem-se coletar amostras do solo para análise físico-química. Sugere-se imprimir o roteiro dessa atividade, disponível no *link* do QR Code ao lado, e entregar uma cópia a cada grupo. Em seguida, orientar os grupos a seguirem o procedimento do roteiro da atividade. Cada grupo deve entregar ao professor a amostra coletada devidamente identificada, para posterior análise.




Baixe aqui 

Atividade 3: Coleta de solo para análise Físico-Química⁸

3.1. Introdução

Para a análise, coletam-se amostras do solo em pontos distintos de uma determinada área. As amostras deverão representar as condições de fertilidade da região onde foi coletada. Uma confiável coleta de amostras visa economia e racionalidade para se obter uma análise eficiente que retrate a real situação do solo.

3.2. Objetivos

- Efetuar a coleta de solo para análise física e química.

3.3. Materiais

• Pá;	• Faca;
• Saco plástico;	• Etiqueta;
• Balde plástico;	



Cuidado ao manusear a pá e a faca. Caso sinta dificuldades, peça auxílio ao professor

⁸Adaptado de Donagema (2011)

32

3.4. Procedimento experimental.

1. Efetuar a limpeza do local utilizando uma enxada.



Figura 12. Limpeza do local.

Fonte: Autor desconhecido/ Adaptado pelos autores

2. No centro de cada canteiro, utilizando uma pá, ou enxadão, faça uma cova em formato de cunha com a profundidade de 20 cm, referente a camada arável.



Figura 13. Coleta de solo.

Fonte: Autor desconhecido/ Adaptado pelos autores

3. Corte com a pá uma fatia com a profundidade desejada, e com de 2 a 5 cm de espessura num dos lados da cova;



Figura 14. Coleta de solo.

Fonte: Autor desconhecido/ Adaptado pelos autores

4. Mantenha a fatia sobre a pá e, com uma faca, retire os lados da fatia, então coloque o restante num balde limpo de plástico ou metálico sem ferrugem.



Figura 15. Coleta de solo.

Fonte: Autor desconhecido/ Adaptado pelos autores

5. Repita a operação nos demais canteiros da horta, a fim de ter uma representação de toda área a ser utilizada.

6. Após a coleta, misture a amostra coletada dentro do balde e coloque cerca de 300 gramas desta amostra em um saco plástico limpo, que deve ser etiquetado (quadro 2), informando a data da coleta, profundidade coletada, área em que a amostra foi retirada e o nome de quem a coletou. Guarde-a para efetuar a análise no laboratório.



Figura 16. Coleta de solo.

Fonte: Autor desconhecido/ Adaptado pelos autores

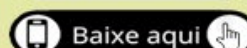
Quadro 2 – Identificação da amostra

Identificação: Amostra nº		Profundidade:	
Data da coleta:	/	/	Área coletada:
Coletado por:			

7. Separe uma parte pequena (cerca de 10%) da amostra para a análise química. Caso a amostra esteja úmida, deve-se deixá-la secar à sombra.



Professor(a): Após a coleta das amostras, deve-se efetuar a análise física do solo. Sugere-se que cada grupo receba uma cópia do roteiro desta atividade, disponível no *link* do QR Code ao lado. Cada grupo deve separar a amostra coletada durante a atividade anterior e seguir o procedimento proposto no roteiro da atividade. Para a realização desta atividade, sugere-se que o professor solicite uma garrafa PET aos estudantes.



Atividade 4: Análise física do solo⁹

4.1. Introdução.

O solo é composto por uma mistura variável de minerais e matéria orgânica. As partículas inorgânicas, também chamadas de frações granulométricas, possuem classes de tamanho e são formadas principalmente por areia que possui diâmetro de 0,05 a 2 mm, silte de 0,02 a 0,05 mm e argila com diâmetro menor de 0,02 mm. A textura do solo se refere à proporção das classes de tamanho de partículas nas quais estas podem conter partículas de mesma classe mineral.



Figura 17. Análise Física do solo.
Fonte: Autor desconhecido/ domínio público

De acordo com Cooper (2013), a análise granulométrica por sedimentação separa com maior precisão as partículas do solo pelo tempo de sedimentação do que pelos diâmetros. Por convenção, o tempo de sedimentação de uma partícula de diâmetro igual a 0,002 mm (2μ), em água a 20°C, percorrendo uma altura de 10 cm é de 8 horas.

⁹Adaptado de Cooper (2013).

Segundo Magalhães (2017), a análise física do solo, permite conhecer a estrutura do solo e sua composição de argila, areia, silte, entre outros.

4.2. Objetivo.

- Efetuar análise granulométrica do solo afim de conhecer a composição do solo.
- Determinar o percentual de areia, silte e argila.
- Efetuar a análise textural do solo.

4.3. Materiais

- Garrafas PET;
- Água;
- Funil;

4.4. Procedimento experimental.

1. Utilizando um funil, transferir a amostra de solo para uma garrafa PET (até aproximadamente 60% da altura) transparente, devidamente identificada com as mesmas informações da etiqueta do saco plástico da amostra.
2. Completar o volume da garrafa com água, tampar e agitar até misturar bem.
3. Deixar em repouso por 24 horas para completa sedimentação.
4. Medir com uma régua a altura total da coluna de sedimento e cada fração de sedimento separadamente e então preencher o quadro 7:
5. Efetuar os cálculos das porcentagens de cada fração de acordo com o Ex. 1 e completar o Quadro 7.



Ex 1: Supondo uma coluna de sedimento de solo igual a 20 cm, e frações de areia de 7 cm, silte 3 cm e argila 12 cm, pode-se determinar a porcentagem de cada fração utilizando a equação:

$$\% \text{ da fração} = \frac{H_{\text{fração}} \cdot 100\%}{H_{\text{total}}} \quad (\text{Eq. 9})$$

Assim:

$$\% \text{ de Areia} = \frac{5 \cdot 100\%}{20} = 25\%;$$

$$\% \text{ de Silte} = \frac{3 \cdot 100\%}{20} = 15\%;$$

$$\% \text{ de Argila} = \frac{12 \cdot 100\%}{20} = 60\%$$



Quadro 3: Dados da análise granulométrica

Fração	Altura (cm)	% no solo
Areia		
Silte		
Argila		

6. Inserir os valores de porcentagem das frações obtidos, no aplicativo triângulo textural, disponível para *android* ou *IOS* por meio do *link* no QR Code abaixo.

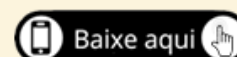
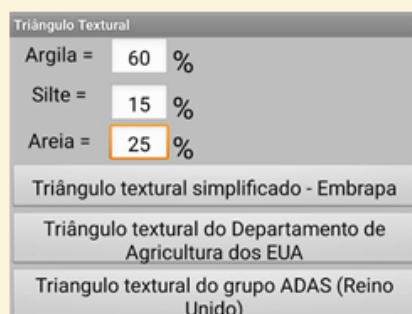


Figura 18. Imagem do App triângulo textural.
Fonte: App triângulo textural



7. Identificar o perfil de solo gerado pelo aplicativo (Ponto vermelho).



Figura 19. Imagem do App triângulo textural.
Fonte: App triângulo textural

Difícilmente será encontrado um solo que apresente apenas uma fração granulométrica. Geralmente o solo possui combinações das frações de areia, silte e argila. As classes texturais são definidas no Quadro 4:

Quadro 4 – Classes texturais

Termos Gerais		Classe Textural
Nomes Comuns	Textura	
Solos Arenosos	Grosseira	Arenoso Areia Franca Franco Arenosa
	Média	Franco Franco Siltosa Siltosa
Solos Francos	Moderadamente Fina	Franco Argiloarenosa Franco Argilosiltosa Franco Argilosa
	Fina	Argilo Arenosa Argilo Siltosa Argilosa

Estas são definidas por meio dos triângulos texturais:

- ✓ Classes texturais
- ✓ Muito Argilosa (> 60% argila)
- ✓ Argilosa (35% a 60% de argila)
- ✓ Média (<35% argila e > 15% areia; <35% argila)
- ✓ Arenosa <15% argila (areia e areia franca)

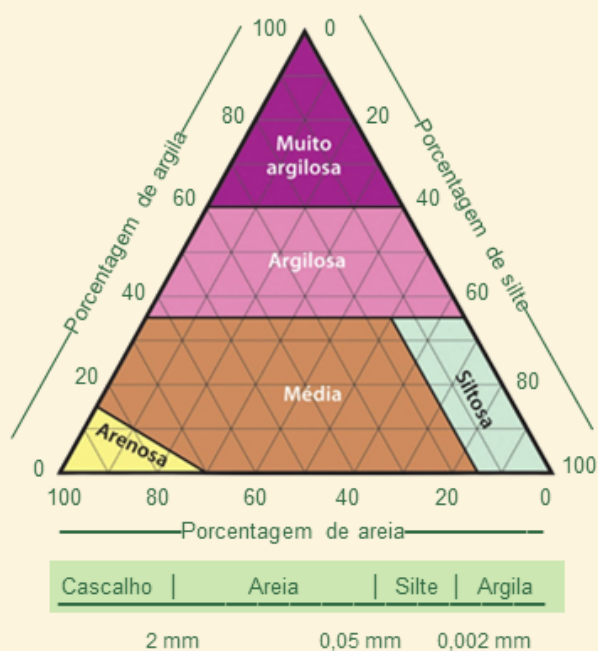


Figura 20. Guia para agrupamento de classes de textura
Fonte: Adaptado de Embrapa (2018).

Após a análise física ser concluída, é necessário interpretar os resultados obtidos. No processo de classificação do solo, a textura é a primeira propriedade determinada. Ela é importante para o entendimento e comportamento do manejo do solo, uma vez que a partir dela, conclusões importantes serão tomadas (COOPER, 2013). A textura do solo influencia o arejamento, a retenção de água, disponibilidade de nutrientes, resistência a penetração de raízes, estabilidade de agregados, compactabilidade dos solos e erodibilidade, uma vez que ela condiciona os fatores de crescimento de vegetais. O Quadro 5 demonstra o comportamento do solo, de acordo com sua classificação granulométrica.



Quadro 5: Influência das frações (areia, silte e argila) em algumas propriedades e comportamento dos solos.

Propriedades/ Comportamento do solo	Areia	Silte	Argila
Capacidade de retenção de água	Baixa	Média a alta	Alta
Aeração	Boa	Média	Pobre
Taxa de drenagem	Alta	Lenta a média	Muito lenta
Teor de matéria orgânica no solo	Baixo	Médio a alto	Alto a médio
Decomposição da matéria orgânica	Rápida	Média	Lenta
Aquecimento na primavera	Rápido	Moderado	Lento
Susceptibilidade a compactação	Baixa	Média	Alta
Susceptibilidade a erosão eólica	Moderada	Alta	Baixa
Susceptibilidade a erosão hídrica	Baixa	Alta	Solo agregado – baixa Solo não agregado – Alta
Potencial de expansão e contração	Muito baixo	Baixo	Moderado a muito alto
Adequabilidade para construção de represas e aterros	Baixa	Baixa	Alta
Capacidade de cultivo após chuva	Boa	Média	Baixa
Potencial de lixiviação de poluentes	Alto	Médio	Baixo
Capacidade de armazenamento de nutrientes	Baixa	Média a alta	Alta
Resistência a mudança de pH	Baixa	Média	Alta

OBS: Exceções à estas generalizações ocorrem, como resultado da estrutura do solo e mineralogia da argila.



Observando o Quadro 5, verifica-se que são necessários tratamentos diferenciados no manejo dos solos arenoso e argiloso, uma vez que cada um possui peculiaridades que exigem conduções diferentes. O solo argiloso possui mais de 30% de argila em sua composição, e sua drenagem é sempre um problema devido à sua alta capacidade de retenção de água, podendo ser um solo mais compacto de baixa porosidade, o que dificulta a circulação de ar entre os poros (REINERT e REICHERT 2006). Por outro lado, solos argilosos possuem baixo potencial de lixiviação e alta capacidade de troca catiônica (CTC), que é a quantidade de cátions que um solo é capaz de reter por unidade de peso, expressa em cmolc/dm^3 ou mmolc/dm^3 , imobilizando cátions orgânicos (SILVA, 2019). O solo arenoso possui mais de 70% de teor de areia e argila inferior a 15%. Possui baixa retenção de água, sendo menos úmido, implicando pouco acúmulo de nutrientes e possibilidade de erosão. A baixa capacidade de retenção de cátions é outro problema encontrado nesse tipo de solo, assim como a saturação de alumínio superior a 50%, o que eleva a acidez e diminui o pH. Sendo assim, nesse tipo de solo, é recomendada a aplicação de resíduos vegetais e adubos orgânicos, já que este tipo de solo é deficiente em matéria orgânica. A calagem também será necessária para corrigir a elevada acidez (DUARTE, 2020).

Analisando o resultado da análise fictícia do item 7, percebemos que o solo recebeu classificação de franco-argiloso. Solos francos são solos intermediários que possuem a mistura de areia, silte e argila. O fato de a suposta amostra ser classificada em franco-argilosa indica que no solo analisado predomina argila frente às outras frações. Caso o solo seja classificado como arenoso ou muito argiloso, seu tratamento será necessário, conforme descrito no Apêndice A: Como tratar solo argiloso e Apêndice B: como tratar solo arenoso.

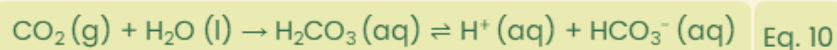
Atividade 5: Análise química do solo (pH)

A análise química permite conhecer os componentes químicos presentes no solo, assim como sua acidez por meio da análise de pH. A importância de se fazer uma análise de solo está relacionada a uma correta recomendação da calagem (correção da acidez do solo) e adubação. Conhecer o pH do solo é de grande importância, visto que este tem influência direta na solubilidade de nutrientes e afeta a ação de microrganismos, especialmente bactérias nitrificantes, responsáveis pela elevação do pH, interferindo diretamente no desenvolvimento das hortaliças.

Teixeira (2017) descreve no manual da Embrapa¹⁰ o método de análise de pH utilizando pHmetro com eletrodo de vidro combinado em soluções de H₂O, KCl e CaCl₂. Este é o método de maior precisão e é utilizado em laboratórios de análise de solo. Métodos mais simples, utilizando medidores de pH para solo e fitas de pH, são descritos por Carberry (2017). Antunes et al. (2009) propõem um método para determinar o pH do solo utilizando indicadores ácido-base. A seguir são descritos os métodos de análise de pH citados, ficando a critério do professor escolher aquele que melhor se adequa à sua realidade.

Braga (2011) destaca as causas químicas capazes de ocasionar a acidez do solo:

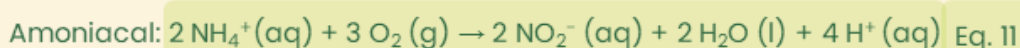
- Dissolução do gás carbônico em água:



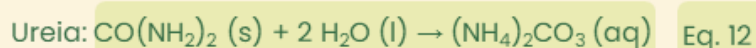
O Gás carbônico reage com a água produzindo ácido carbônico (H₂CO₃), que se ioniza liberando íons H⁺ e bicarbonato (HCO₃⁻). O íon H⁺ se adere a fase sólida do solo, liberando um cátion que será lixiviado com o íon bicarbonato, contribuindo assim com a diminuição do pH.

¹⁰<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/181717/1/Manual-de-Metodos-de-Analise-de-Solo-2017.pdf>

- A Segunda causa da acidificação do solo é ocasionada pela reação de alguns fertilizantes (principalmente sulfato de amônio e ureia) quando aplicados ao solo.



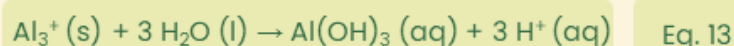
O NH_4^+ vai reagir com o solo liberando H^+ que, por conseguinte, libera um cátion trocável para a solução do solo. O cátion liberado será lixiviado juntamente com o ânion acompanhante, aumentando a acidez no solo.



O NH_4 do carbonato de amônio irá reagir de maneira igual ao citado anteriormente.

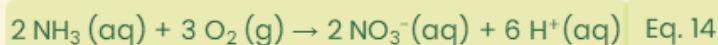
- Hidrólise do íon Alumínio Al_3^+ .

O íon alumínio reage com a água do solo, formando hidróxido de alumínio e libera íons H^+ conforme equação:



- Decomposição da matéria orgânica do solo.

Sob ação de microrganismos, a matéria orgânica se decompõe liberando amônia (NH_3), que se oxida a nitrato liberando H^+ conforme equação:



Outros fatores como a água das chuvas podem lixiviar Ca e Mg, substituindo estes por Al, Mn e H^+ .

De acordo com Camargos (2005), a acidez do solo pode ser dividida em acidez ativa e acidez potencial, sendo a última dividida, em acidez trocável e acidez não trocável.

A acidez ativa é a quantidade de H^+ presente no solo. Ela é medida em valores de pH, devido a sua concentração ser muito baixa, uma vez que a maior parte do hidrogênio não está ionizado.

A acidez potencial é constituída pela acidez trocável, ou seja, aquela cujos íons H^+ e Al_3^+ estão retidos eletrostaticamente na superfície dos coloides. Como a quantidade de H^+ é pequena, é admitido apenas o Al_3^+ trocável. A acidez não trocável corresponde à quantidade de hidrogênio ligado por ligações covalentes aos coloides. Essa acidez ocorre em solos que apresentam pH menor que 5,5. Resumidamente, podemos representar como:

- Acidez ativa..... H^+ da solução do solo
- Acidez trocável..... Al^{3+} trocável + H^+ trocável, quando houver
- Acidez não trocável..... H^+ de ligação covalente
- Acidez potencial..... $\left\{ \begin{array}{l} Al^{3+} \text{ trocável} + H^+ \text{ trocável, quando houver} \\ H^+ \text{ de ligação covalente} \end{array} \right.$

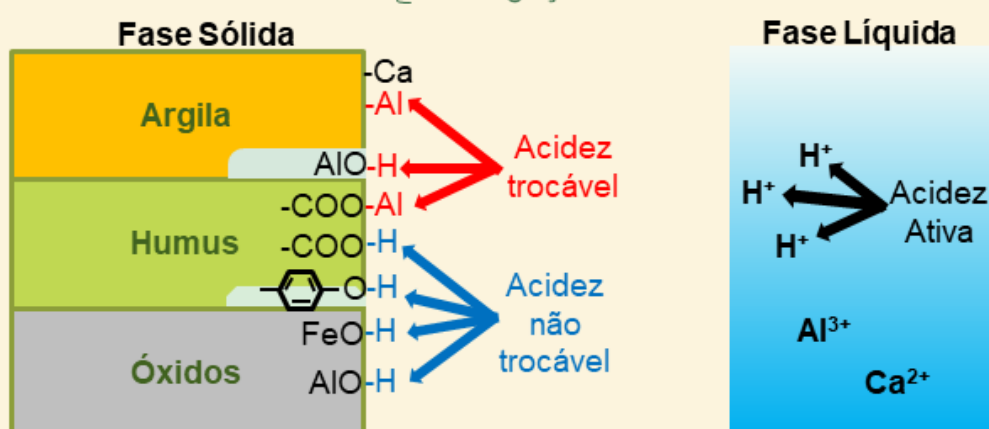


Figura 21: Representação esquemática da acidez potencial e acidez ativa do solo.
Fonte: adaptado de Quaggio (1986).

Na análise de solo, o valor do pH pode ser medido em água, ou seja, uma certa quantidade de solo é misturada à água, agitada e medida pelo eletrodo por meio da diferença de potencial entre o meio aquoso e o eletrodo. Os fatos comprovam que devido à turbidez do meio do solo, as medições em água são difíceis de se realizar, o que sujará os eletrodos e interferirá nos resultados.



Professor(a): A atividade a seguir deve ser realizada em grupo pelos estudantes e sob sua supervisão. Este roteiro pode ser baixado por meio do *link* presente no QR Code ao lado. Os estudantes podem baixar o arquivo apontando as câmeras dos celulares para o QR Code.



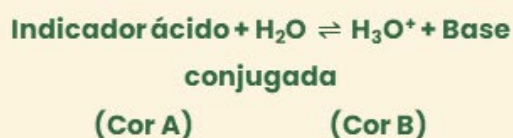
Baixe aqui

5.1. pH do solo utilizando indicadores ácido-base¹¹

5.1.1 Introdução

Indicadores ácido-base ou indicadores de pH são substâncias naturais ou sintéticas que apresentam colorações diferentes de acordo com o pH do meio. Sendo assim, esses indicadores de pH apresentam uma determinada cor quando em contato com soluções ácidas e uma coloração diferente em soluções básicas.

A espécie responsável pela mudança de cor nos indicadores ácido-base geralmente é um ácido fraco ou uma base fraca, em equilíbrio com seu ácido ou base conjugada, respectivamente. Ácidos fracos apresentam uma cor e suas bases conjugadas outra. O mesmo vale para as bases fracas e seus respectivos ácidos conjugados.



5.1.2 Objetivos

Identificar o pH do solo utilizando indicadores ácido-base.

Figura 22. Indicadores de pH.
Fonte: Domínio público

¹¹Adaptado de Antunes (2009)

5.1.3 Materiais

- 6 copos plásticos transparentes com capacidade para 200 mL;
- 1 colher de sopa;
- 1 seringa com capacidade para 10 mL;
- 3 colheres de plástico;
- 3 funis;
- 3 filtros para café;
- solução de CaCl_2 0,01 mol/L;
- papel tornassol azul ou vermelho;
- solução de fenolftaleína a 1%;
- papel indicador universal;
- 1 limão;
- sabão em pó dissolvido em água.

OBS: o sal de cálcio pode ser adquirido em supermercados, pois é o principal constituinte dos antimofos mais comuns. O papel tornassol e a solução de fenolftaleína podem ser substituídos por indicadores alternativos de pH, tais como o extrato de repolho roxo.



5.1.4 Procedimento experimental

1. Separar 6 copos plásticos, numerá-los e adicionar uma colher de sopa rasa de solo peneirado (10 g) a cada copo.
2. Adicionar 25ml de solução de CaCl_2 0,01 mol/L a cada amostra e agitar utilizando uma colher de plástico ou bastão de vidro e deixar em repouso por 30 minutos para estabilizar o pH.
3. Filtrar as amostras utilizando filtro de papel comum e determinar o pH dos 3 primeiros copos e repetir o procedimento nos 3 últimos. No primeiro copo utilizar papel tornassol, no segundo adicionar 3 gotas de fenolftaleína a 1%, já no terceiro, utilizar papel indicador universal, para a determinação quantitativa do pH. Anotar os dados coletados.
4. Após a análise do pH, adicionar nos 3 primeiros copos gotas de limão ou vinagre e repetir a análise inserindo no primeiro copo papel tornassol, no segundo adicionar 3 gotas de fenolftaleína a 1%, já no terceiro, utilizar papel indicador universal. Anotar os dados observados.
5. Nos 3 últimos copos adicionar solução de sabão em pó, e repetir a análise inserindo no primeiro copo papel tornassol, no segundo adicionar 3 gotas de fenolftaleína a 1%, já no terceiro, utilizar papel indicador universal. Anotar os dados observados.





Professor(a): A atividade a seguir deve ser realizada em grupo pelos estudantes e sob sua supervisão. Este roteiro pode ser baixado por meio do *link* presente no QR Code ao lado. Os estudantes podem baixar o arquivo apontando as câmeras dos celulares para o QR Code.



Baixe aqui

Atividade 6: Plantio de hortaliças¹²

6.1 Introdução

As hortaliças correspondem ao grupo das verduras, legumes e raízes. O plantio destas requer grande atenção por ser uma das últimas etapas para a conclusão da horta. Questões como índice de insolação e qualidade do solo já devem ter sido observadas e corrigidas nas atividades anteriores. As técnicas empregadas na escola são as mesmas utilizadas no campo. As hortaliças podem ser plantadas em sementes diretamente no local, em mudas adquiridas prontas ou cultivadas em sementeiras. Neste material, utilizaremos as técnicas de plantio propostas por Bronhara *et al.* (2009).

6.2 Objetivos

Efetuar o plantio de hortaliças.

6.3 Materiais

- Mudas de hortaliças;
- Colher.

¹²Adaptado de Bronhara (2009)

6.4 Procedimento experimental

1. Separe uma bandeja contendo mudas de hortaliças (Figura 47) por grupo. Cada grupo deve efetuar o transplante (Passagem das mudas da sementeira para o canteiro definitivo), seguindo as orientações a seguir:



Figura 23. Bandeja com mudas de hortaliças.
Fonte: Os autores.

2. Faça o transplante das mudas com cerca de 30 dias da germinação. Molhe bem as mudas na sementeira. Escolha as plantas mais viçosas e, com uma colher, retire-as com um pouco de terra junto à raiz (Figura 48).



Figura 24. Muda pronta para plantio.
Fonte: Os autores.

3. Abra as covas no canteiro definitivo, observando o espaçamento para cada planta (Tabela 1).

Tabela 1: Hortaliças cultivadas em sementeira/transplante

Hortaliças	Dias para germinar	Local do transplante	Espaçamento entre fileiras	Espaçamento entre plantas	Dias para colher
Alface	6	canteiro	30cm	20cm	70
Almeirão	8	canteiro	30cm	20cm	80
Acelga	6	canteiro	30cm	30cm	80
Beringela	10	cova	1m	50cm	100
Couve folha	8	cova	1m	50cm	80
Brócolis	8	cova	1m	50cm	90
Couve-flor	8	cova	1m	50cm	120
Cebola	15	canteiro	40cm	10cm	150
Chicória escarola	8	canteiro	30cm	20cm	80
Couve rábano	8	canteiro	30cm	20cm	70
Jiló	12	cova	1m	1m	110
Mostarda	6	canteiro	30cm	30cm	70
Pimentão	8	cova	1m	50cm	120
Repolho	8	cova	1m	50cm	120
Tomate	8	cova	1m	50cm	120

4. Coloque as mudas nas covas, juntando terra e apertando um pouco em volta.



Figura 25: Transplante de mudas.
Fonte: Os autores

5. Cubra o canteiro com restos de vegetais (capim, grama, palha de arroz) para conservar a umidade, proteger a terra do sol direto e evitar o crescimento de mato. Isto é chamado de cobertura morta.



Figura 26: Cobrimento do solo com folhas secas.
Fonte: Os autores

6. Regue com abundância as mudas recém transplantadas. Isto ajuda a aproximar a terra das raízes e, com isto, a muda sofre menos com o transplante. É importante que o transplante seja feito num dia nublado ou num final de tarde, para que as mudas não fiquem prejudicadas pelo calor.



Figura 27: Irrigação do solo.
Fonte: Os autores

Semeadura diretamente no canteiro definitivo

1. Abrem-se covas em fileiras com 10 cm de profundidade e espaçamento, variando conforme a espécie de planta (Tabela 2).

Tabela 2 Hortaliças cultivadas em local definitivo

Hortaliças///	Semeadura	Dias para germinar	Espaçamento entre fileiras	Espaçamento entre plantas	Dias para colher
Abóbora	cova	5-7	3m	3m	150
Abobrinha	cova	5-7	1,5m	1,5m	80
Almeirão folha larga	canteiro	7	20cm	5cm	80
Agrião	canteiro	5-7	20cm	5cm	60
Beterraba	canteiro	8-10	20cm	15cm	90
Cebolinha	canteiro	15	20cm	5cm	80
Cenoura	canteiro	8-10	20cm	5cm	90
Ervilha	cova	8-10	1m	40cm	80
Feijão-vagem	cova	8-10	1m	40cm	70
Nabo	canteiro	5-7	20cm	10cm	80
Pepino	cova	5-7	1m	1m	70
Quiabo	cova	12	1m	50cm	100
Rabanete	canteiro	3	20cm	5cm	30
Rúcula	canteiro	5-7	20cm	5cm	70
Salsa	canteiro	18-22	30cm	5cm	70

2. Semeiam-se de duas a três sementes por cova.
3. Cobrem-se as sementes com uma fina camada de terra e rega-se levemente.

Passo 6: Avaliação somativa individual e correção de atividades realizadas como forma de retomada dos conceitos mais relevantes do conteúdo.

A avaliação somativa tem o objetivo de verificar evidências de aprendizagem significativa. Nela foram propostas nove questões sobre as teorias ácido-base e pH, contextualizadas a partir da temática horta e análise de solo.

Avaliação somativa individual deve ter sido anunciada aos estudantes com antecedência. Os estudantes deverão responder individualmente as questões sobre os conceitos abordados. As questões apresentarão situações diferentes das expostas até o momento, pois a ideia é verificar se os estudantes conseguem aplicar os conhecimentos adquiridos em situações novas e, com isso, identificar indícios de aprendizagem significativa. Essa atividade pode ter caráter avaliativo para o bimestre da disciplina.



Professor(a): A atividade a seguir deve ser realizada pelos estudantes de maneira individual. Ela pode ser baixada por meio do *link* presente no QR Code ao lado.



Baixe aqui

1. Complete o quadro:

Solução a 25°C	[H ⁺]	[OH ⁻]	pH	pOH	Ácida ou alcalina?
HI a 0,01 mol.L ⁻¹					
Ácido sulfúrico	10 ⁻²				
Suco de uva			4		
KOH		10 ⁻³			
NH ₄ OH				5	

2. O Cerrado brasileiro apresenta diversos aspectos favoráveis, mas tem como problema a baixa fertilidade de seus solos. A grande maioria é ácido, com baixo pH, porosos, permeáveis e lixiviados, o que colabora com o aumento de íons Al^{3+} . Indique uma técnica de manejo do solo que permite corrigir sua acidez natural, indicando o insumo mais utilizado nesta prática.

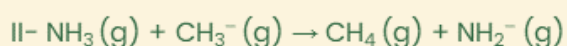
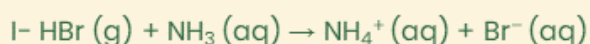
3. A decisão de asfaltamento de uma rodovia, acompanhada da introdução de espécies exóticas, e a prática de incêndios criminosos, ameaça o sofisticado ecossistema do campo rupestre. As plantas nativas dessa região, adaptadas a uma alta concentração de alumínio, que inibe o crescimento das raízes e dificulta a absorção de nutrientes e água, estão sendo substituídas por espécies invasoras que não teriam naturalmente adaptação para esse ambiente. Porém, percebeu-se que elas estão dominando as margens da rodovia, equivocadamente chamada de “estrada ecológica”. Possivelmente a entrada de espécies de plantas exóticas nesse ambiente foi provocada pelo uso, nesse empreendimento, de um tipo de asfalto (cimento-solo), que possui uma mistura rica em cálcio, que causou modificações químicas aos solos adjacentes à rodovia.

Scientific American. Brasil Ano 7, nº79, 2008 (adaptado)

No que se refere ao uso do cimento-solo, mistura rica em cálcio, indique o que for correto.

- a) inibe a toxicidade do alumínio, elevando o pH dessas áreas.
- b) inibe a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.
- c) aumenta a toxicidade do alumínio, elevando o pH dessas áreas.
- d) aumenta a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.
- d) neutraliza a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.

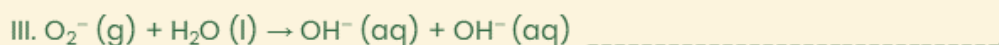
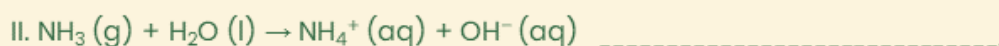
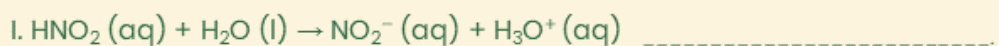
4. A amônia é um composto químico muito versátil, uma vez que pode ser utilizado em várias reações químicas, como em:



a) De acordo com o conceito ácido-base de Lewis, em I a amônia é classificada como _____.

b) De acordo com o conceito ácido-base de Brönsted-Lowry, a amônia é classificada em I e II, respectivamente, como _____ e _____.

5. A água se faz presente em reações químicas, fazendo dela uma substância reagente e também solvente. De acordo com a teoria de ácidos e bases de Brönsted-Lowry, classifique a ação da molécula de água nas equações I, II e III, respectivamente:



Continuando o processo de diferenciação progressiva, será realizada junto aos estudantes a correção das atividades realizadas nos passos 2, 3 e 6. O objetivo é retomar os conteúdos estudados nesta UEPS, verificando se houve superação das dificuldades encontradas, buscando a reconciliação integrativa.

Sugere-se que o professor analise junto aos estudantes os mapas conceituais elaborados no passo 2 desta UEPS e efetue a correção do questionário inicial realizado no passo 3 e avaliação somativa individual realizada no passo 6, ressaltando a importância de cada conceito abordado. O professor deve destacar as dificuldades superadas ao longo desta UEPS, identificar os erros conceituais que ainda são apresentados pelos estudantes e por meio de uma aula expositiva retomar as principais características destes conceitos.

Passo 7: Avaliação da aprendizagem

A avaliação da aprendizagem deve ser realizada no decorrer da implementação da UEPS, assinalando potenciais indícios de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado (Moreira, 2011).

A análise das respostas dos estudantes nas atividades desenvolvidas – mapa conceitual (passo 2), questionário inicial (passo 3), resolução dos questionários das aulas práticas, atividades presentes nos textos do passo 5, atividade referente às análises de solo (passo 5) e avaliação somativa individual (passo 6) – trará subsídios ao docente para verificar se houve indícios de aprendizagem significativa.

Sugere-se solicitar um trabalho em grupo, em que os estudantes deverão apresentar em forma de seminário uma aplicação dos conceitos estudados, em diferentes situações, para a transposição do conhecimento.

Sugestão de trabalho em grupo

Cada grupo apresentará uma aplicação dos conceitos de ácido, bases e pH dentro de processos industriais na fabricação de produtos consumidos no dia a dia dos estudantes ou outra aplicação sugerida pelo professor.

Passo 8: Avaliação da UEPS

A avaliação da UEPS ocorrerá a partir das observações do docente e dos indícios de aprendizagem significativa percebidas no decorrer das atividades desenvolvidas.

A avaliação da aprendizagem significativa ocorrerá durante toda a UEPS. O professor deve analisar os registros feitos durante as atividades desenvolvidas em conjunto com os resultados do passo 7, a fim de verificar indícios de aprendizagem significativa dos conceitos estudados.

Assim, sugere-se que o professor, ao analisar os registros das atividades, procure identificar os conceitos em que os estudantes apresentaram mais facilidade e/ou dificuldade. Ao mesmo tempo, é importante que o docente faça uma auto avaliação da sua própria ação enquanto mediador do processo de ensino e aprendizagem.

Também deve ser considerada a análise dos resultados do passo 7, uma vez que a UEPS tem por objetivo propiciar uma aprendizagem significativa dos conceitos estudados. A UEPS será avaliada também em relação à aplicabilidade das atividades desenvolvidas, às estratégias empregadas e a outros aspectos que possa considerar conveniente ressaltar.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Márjore et al. pH do solo: determinação com indicadores ácido-base no Ensino Médio. Química Nova na Escola, v. 31, n. 4, p. 283-287, 2009.

BRAGA, Gastão Ney Monte. A Acidez do Solo - Ativa e Potencial. Disponível em <<https://agronomiacomgismonti.blogspot.com/2010/04/acidez-do-solo-ativa-e-potencial.html>> Acesso em 10 de maio de 2021.

Bronhara, B., Marchioni, D. M. L., Júnior, E. V., Steluti, J., Teixeira, J. A., Silva, M. E. M. P., Gorenstein, O. Alimentação e hortas caseiras na Pastoral da Criança. 2009. Disponível em https://www.pastoraldacrianca.org.br/images/materiaiseducativos/hortas_caseiras.pdf acesso em 16/03/2021.

CAMARGOS, Sânia Lúcia. Acidez do solo e calagem (reação do solo). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2005.

CARBERRY, Andrew. Como medir o pH do solo. WikiHow. <https://pt.wikihow.com/Medir-o-pH-do-Solo>. 2017, acesso em 20/07/2020.

COOPER, Miguel. Granulometria e textura do solo. Publicado em, v. 20, n. 08, 2013.

DONAGEMA, Guilherme Kangussú et al. Manual de métodos de análise de solo. Embrapa Solos-Documentos (INFOTECA-E), 2011.

Duarte, Giuliana Rayane Barbosa. Estratégias para plantar em solo arenoso. Aegro 2020. <https://blog.aegro.com.br/solo-arenoso/> acesso em 18/07/2020.

FERNANDES, MC de A. Caderno 2: Orientações para implantação e implementação da horta escolar. Brasília/DF. MEC, 2007.

GAMA, Michelle da Silva; AFONSO, Júlio Carlos. De Svante Arrhenius ao peagâmetro digital: 100 anos de medida de acidez. Química Nova, v. 30, p. 232-239, 2007.

LIMA, C. L., DE MELO CUNHA, M. B., SILVA, J. L. P. Ácidos e Bases: uma perspectiva Histórica. XVI ENEQ/X EDUQUI-ISSN: 2179-5355, 2012.

LIZ, R. S. Etapas para o planejamento e implantação de horta urbana. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006.

MAGALHÃES, L. A importância da análise do solo. Projeta agroflorestas. Jun 2017. <https://www.projetaagroflorestas.com.br/ver-blog/a-importancia-da-analise-de-solo/9#:~:text=A%20an%C3%AAllise%20f%C3%ADsica%20permite%20conhecer,fertilidade%20dos%20sistemas%20de%20plantio.> Acesso em 16/07/2020.

MESSLER, G.; FISCHER, P. J.; TARR, D. A. Química Inorgânica. 5ª ed. São Paulo: Pearson Education, 2014.

MOREIRA, Marco Antônio. Teorias de Aprendizagem. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda. 2 ed. 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de ensino potencialmente significativas - UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1, n. 2, p.43-63, 2011.

MORGADO, Fernanda da Silva. A horta escolar na educação ambiental e alimentar: experiência do Projeto Horta Viva nas escolas municipais de Florianópolis. 2006.

PALÁCIO, S. M.; OLGUIN, Conceição de Fátima Alves; DA CUNHA, Márcia Borin. Determinação de ácidos e bases por meio de extratos de flores. Educación química, v. 23, n. 1, p. 41-44, 2012.

QUAGGIO, J. A.; RAMOS, V. J. Potato response to limestone and boron application. Revista Brasileira de Ciencia do Solo (Brazil), 1986.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Propriedades físicas do solo. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

SILVA, E. M. Solo argiloso: O que muda no seu manejo nesse tipo de solo. Aegro, 2019. <https://blog.aegro.com.br/solo-argiloso/> acesso em 18/07/2020.

SOUZA, Felipe de Moura; ARICÓ, Eliana Maria. Teorias ácido-base no século XX e uma análise reflexiva do trabalho científico. Educación química, v. 28, n. 4, p. 211-216, 2017.

SOUZA, C. R., SILVA, F. C. Discutindo o contexto das definições de ácido e base. Química Nova na Escola, v. 40, n. 1, p. 14-18, 2018.

TEIXEIRA, Paulo César et al. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Embrapa, 3ª Ed. P. 199 – 201, 2017.

VENDRUSCULO, V., DA SILVA MELLO, C. Alntegração de atividades experimentais e tecnologias educacionais no ensino do conceito de pH. Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica, v. 2, n. 19, p. 9065, 2020.

ZAPP, E., NARDINI, G. S., COELHO, J. C., SANGIOGO, F. A. Estudo de Ácidos e Bases e o Desenvolvimento de um Experimento sobre a “Força” dos Ácidos. Química Nova na Escola, v. 37, n. 4, p. 278-284, 2016.

5 PERCURSO METODOLÓGICO

A natureza da abordagem da pesquisa desenvolvida caracteriza-se como qualitativa e sem intervenção. Segundo Minayo (2013, p. 21), a pesquisa qualitativa “trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes”. As investigações qualitativas não admitem regras precisas aplicáveis a uma ampla gama de casos devido a sua diversidade e flexibilidade (MAZZOTTI, GEWANDSZNAJDER, 2002, p. 147). A pesquisa qualitativa é de natureza interpretativa e compete ao pesquisador interpretar com suas opiniões o que tange o fenômeno estudado (PEREIRA *et al.*, 2018). Diante disso, nesse tipo de pesquisa, o pesquisador deve estar “imerso no universo estudado” (ROSA, 2013, p. 52).

É importante destacar que “metodologias de pesquisa qualitativas sem intervenção estudam os sujeitos envolvidos na pesquisa em seu estado natural, ou seja, no próprio contexto em que atua, uma vez que este “determina as atitudes e respostas dos sujeitos” (ROSA, 2013, p. 52).

Para a realização da pesquisa, foi apresentado ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) o projeto de pesquisa evidenciando o referencial teórico de suporte, além da metodologia e do instrumento de coleta de dado. Após a análise do comitê e a realização de correções para adequação da pesquisa, foi liberado o parecer de aprovação. O Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) está sob o protocolo 09321919.3.0000.0021 e o número do parecer é: 3.226.098.

5.1 Sujeitos envolvidos na pesquisa

A pesquisa ocorreu entre os meses de outubro e novembro de 2021. Foram enviados sete convites a professores de química de instituições de ensino distintas, acompanhados do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A). Aceitaram participar da pesquisa quatro professores, e todos possuem graduação em química, pós-graduação *stricto sensu* (Mestrado ou Doutorado) e atuam no ensino médio em escolas públicas estaduais ou federais. Para preservar o anonimato dos professores, foram atribuídas as letras A, B, C e D no lugar de seus nomes, e as respostas ofertadas no questionário foram transcritas na íntegra, podendo apresentar

possíveis erros de escrita.

Os critérios delimitadores para participar da pesquisa foram:

- Estar ministrando aulas de química.
- Possuir graduação em química.
- Aceitar participar da pesquisa por meio de concordância eletrônica do TCLE.

O questionário e o termo de aceite TCLE foram elaborados utilizando a interface do *Google Forms*. Em um primeiro momento, foi disponibilizado via *e-mail* e *whatsapp* o TCLE para aceite dos professores participantes.

A participação dos professores foi voluntária, tendo estes total autonomia para decidir se iriam ou não participar da pesquisa.

5.2 Coleta de Dados

O instrumento de coleta de dados utilizado para este trabalho foi o questionário aberto, que é possivelmente o mais utilizado nas pesquisas de caráter qualitativo na área de ensino de ciências. No questionário, os participantes envolvidos na pesquisa respondem aos itens utilizando suas próprias palavras.

O questionário é um instrumento de coleta de dados composto por uma série ordenada de perguntas. Estas devem ser respondidas sem a presença do entrevistador. O questionário pode ser enviado ao participante via correio ou outro método adequado. Após o preenchimento, o pesquisado deve devolvê-lo usando o mesmo modo de envio a partir da qual o recebeu (MARCONI, LAKATOS, 2002, p. 98). Uma das vantagens desse instrumento é a possibilidade de atingir rápida e simultaneamente um maior número de pessoas. O participante da pesquisa tem ainda maior liberdade nas respostas, em razão do anonimato. Existem, ainda, algumas desvantagens, sendo a principal delas a taxa de retorno das respostas, que pode ser baixa.

Devido às circunstâncias de isolamento social provocadas pela situação de pandemia de Covid-19, os dados foram coletados a partir da aplicação de um questionário elaborado no *Google Forms*, a partir do qual foi gerado um *link* encaminhado aos docentes via *e-mail* juntamente ao produto educacional “Horta escolar: uma UEPS para o ensino de ácidos, bases e pH”. Vale ainda destacar que devido à pesquisa ter ocorrido de forma remota, não houve contato direto dos

participantes com o pesquisador. Desta forma, os professores tiveram autonomia para responder no dia, local e horário que lhes fossem mais convenientes. Pelo fato desse instrumento ter uma baixa taxa de retorno, durante a pesquisa, o pesquisador manteve contato frequente com os professores via ferramentas disponíveis.

O questionário (Apêndice B) continha 21 questões divididas em 3 categorias, a saber: ***Perfil do(a) professor(a), Organização e conteúdo dos capítulos do produto educacional e Estética, estilo de escrita e contribuição do produto educacional***) que foram inspiradas na proposta de Leite (2018). A primeira categoria buscou informações a respeito do perfil do(a) professor(a) e da escola em que leciona.

A segunda categoria do questionário buscou averiguar informações a respeito da organização e conteúdo dos capítulos do produto educacional. As questões desse tópico buscaram extrair do participante sua percepção a respeito da clareza do referencial teórico, dos fundamentos da UEPS apresentados no produto educacional, do quadro com a descrição dos passos das UEPS, das atividades sugeridas em cada passo etc.

A terceira categoria do questionário se refere à estética, ao estilo de escrita e às contribuições do produto educacional. As perguntas foram elaboradas para investigar a percepção dos participantes sobre a linguagem visual e textual do produto educacional, a adaptabilidade do produto para o Ensino Fundamental e Educação de Jovens e Adultos (EJA), viabilidade das atividades teóricas e práticas propostas e contribuição na formação social, científica e aprendizagem significativa dos estudantes. Os participantes puderam ainda contribuir com sugestões para aprimoramento do produto educacional.

5.4 Análise dos dados

Foram realizadas a seleção, codificação e tabulação dos dados conforme Marconi e Lakatos (2010) elucidam, com fins de análise e interpretação. Na seleção são verificadas todas as informações levantadas, em seguida, na codificação dos dados obtidos nas respostas do questionário, organiza-se em categorias. As categorias foram criadas na elaboração do questionário, seguindo os objetivos específicos da pesquisa. Logo, as categorias pré-estabelecidas foram as seguintes: perfil do(a) professor(a), organização e conteúdo dos capítulos do produto

educacional e estética, estilo de escrita e contribuições do produto educacional.

Os dados foram interpretados de forma sistemática de maneira a proporcionar respostas ao problema investigado na pesquisa. Segundo Gil (2008), a interpretação tem como objetivo a busca ampla das respostas analisadas vinculadas a conhecimentos teóricos e comparação com outros estudos. A comparação com outros estudos e o referencial teórico foi feita afim de verificar se as respostas corroboram com outras pesquisas.

5.4.1 Categoria 1: Perfil do(a) Professor(a)

Para conhecer um pouco sobre o perfil dos professores que foram sujeitos da pesquisa, fez-se o levantamento do perfil dos participantes por meio do questionário aberto. O objetivo foi realizar uma sondagem sobre o tempo de atuação em sala de aula, do interesse em implantar uma horta na escola em que leciona e da disponibilidade de espaço para a implantação. O nome dos participantes foi substituído pelas letras A, B, C e D a fim de garantir o anonimato dos professores.

Como primeira pergunta, “Tempo que leciona na Educação Básica?”, as respostas dos participantes indicam que são professores com vários anos de experientes. O Quadro 3 a seguir apresenta as respostas obtidas:

Quadro 3 – Resposta dos professores para a primeira pergunta.

Professor	Resposta
A	28 anos
B	20 anos
C	10 anos
D	6 anos

Fonte: O autor

Na segunda pergunta os professores deveriam informar o nome da instituição e ano que se formou no curso de química licenciatura. O Quadro 4 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 4 – Resposta dos professores para a segunda pergunta.

Professor	Instituição	Ano de conclusão
A	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	1996
B	Universidade Federal do Mato Grosso do Sul	----
C	UFMS	----
D	Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS)	2013

Fonte: O autor

A terceira pergunta *“Você trabalha ou teria interesse de trabalhar com horta na(s) escola(s) em que você leciona?”*, buscou obter informações a respeito do interesse dos professores pelo tema do produto educacional. O Quadro 5 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 5 – Resposta dos professores para a terceira pergunta.

Professor	Resposta
A	Sim. Também com formação de pomares.
B	Trabalhei nesse ano letivo, pretendo voltar a explorar esse tema em 2022.
C	Sim, tenho interesse.
D	Sim

Fonte: O autor

As respostas demonstram que um dos professores já trabalha com a temática horta escolar, e que os demais possuem interesse em implementar uma horta na escola em que lecionam.

A última pergunta dessa categoria *“A(s) escola(s) em que você leciona conta com espaço para implantação de uma horta escolar?”* foi do tipo resposta fechada, onde os professores poderiam assinalar o item “Sim” ou “Não”. Para esta questão todos os professores responderam que a instituição em que lecionam possuía espaço para a implantação de uma horta escolar.

5.4.2 Categoria 2: Organização e conteúdo dos capítulos do produto educacional

Essa categoria visou analisar se os conteúdos e atividades sugeridos para cada capítulo da UEPS, auxiliam o processo ensino e aprendizagem dos conteúdos de ácidos, bases e pH e possibilitam sua vinculação com a temática horta escolar. Kaplún (2003) e Leite (2018) afirmam que essa categoria é o articulador principal de um material educativo, pois a forma escolhida para articular os conteúdos vai definir um ponto de partida e um ponto de chegada.

A primeira pergunta dessa categoria *“O capítulo 1 explicita de maneira clara o referencial teórico que norteou a produção do produto educacional? Deixe seu comentário e/ou sugestão.”* O Quadro 6 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 6 – Resposta dos professores para a primeira pergunta.

Professor	Resposta
A	Sim, a abordagem foi ótima e clara.
B	Nesse caso o referencial escolhido foi adequado e fartamente esclarecido seus princípios.
C	As abordagens utilizadas com relação a teoria de Ausubel estão de acordo com os objetivos do presente trabalho. Parabéns, aos autores!
D	Sim. Tendo em vista a novo ensino médio, como sugestão poderia relacionar a teoria da aprendizagem significativa com a BNCC, mostrando como essa teoria poderia auxiliar o desenvolvimento das competências gerais e/ou específicas prevista na BNCC.

Fonte: O autor

As respostas apresentadas pelos professores, no Quadro 6, indicam que o referencial teórico apresentado no produto educacional é adequado e apresentado de maneira clara. Com relação a resposta do professor “D”, acreditamos que essa abordagem seria interessante para um futuro aprimoramento do produto educacional e/ou para a construção de outros produtos educacionais idealizados para atender as demandas da BNCC.

A segunda pergunta *“O capítulo 2 apresenta de forma clara os fundamentos da UEPS? Deixe seu comentário e/ou sugestão.”*. O Quadro 7 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 7 – Resposta dos professores para a segunda pergunta.

Professor	Resposta
A	Sim. foi bem claro e objetivo.
B	A estruturação da UEPS foi clara, simples e objetiva, propiciando sua replicação em outras situações.
C	As explicações sobre EUPS estão de acordo com a proposta do trabalho. Parabéns, aos autores!
D	Sim. Minha sugestão é apresentar os oito passos de forma mais resumida ou em formato de esquema para melhor visualização dos passos.

Fonte: O autor

Todos os professores afirmaram que os fundamentos da UEPS são abordados de maneira clara e objetiva. O professor “B” ressalta que a estrutura da UEPS propicia sua “replicação em outras situações”. A sugestão do professor “D” é interessante e possivelmente será incorporada ao produto educacional, na forma de um fluxograma.

A terceira pergunta *“No capítulo 3 consta um quadro com a descrição dos passos da UEPS sobre horta escolar, que permite compreender as atividades e os objetivos de cada etapa? Deixe seu comentário e/ou sugestão.”* O Quadro 8 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 8 – Resposta dos professores para a terceira pergunta.

Professor	Resposta
A	Sim, perfeitamente objetivo e de fácil compreensão.
B	O quadro é de fácil compreensão, poderia ser explorado o tema adubação na verificação de conhecimentos prévios nessa etapa.
C	Acho que há um situação importante para ser resolvida sobre a lacuna que existe entre o estudo dos ácidos e bases com relação ao pH. Penso que os conceitos importantes para abordar o presente trabalho com a abordagem Horta seriam: Apresentaria os conceitos na seguinte ordem hierárquica: reações químicas, velocidades das reações, equilíbrio químico e, dentro desse último, o pH. Conceitos poderá ser possível a ancoragem dos conceitos importantes para química que se possibilite uma aprendizagem significativa.
D	sim. Como sugestão acredito ser importante levar em consideração avaliação formativa (de acordo com o passo 7 do capítulo 2).

Fonte: O autor

Os professores participantes da pesquisa afirmaram que o quadro facilita a compreensão do que é abordado na UEPS. O professor “B” sugere que “poderia ser explorado o tema adubação na verificação de conhecimentos prévios nessa etapa”. No passo 1 da UEPS é proposto uma atividade para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes. Como o produto educacional pode ser adaptado e possibilita a inclusão de outros assuntos e atividades, fica a critério do professor realizar as atividades que considere pertinentes. O professor “C” pondera o ensino de pH deve vir precedido de outros conceitos, para que haja a ancoragem dos novos conteúdos estudados. Vale ressaltar que o professor em questão possui conhecimento a respeito da teoria de Ausubel, e seus argumentos são pertinentes e serão considerados em uma futura atualização do produto educacional. O foco desse trabalho não é trabalhar o conceito de pH e sim as teorias ácido-base, no entanto, como o pH é um parâmetro importante a ser controlado na química do solo, ele foi incluído. Vale lembrar que abordar todos os conceitos sugeridos em um único produto educacional se mostra inviável devido a extensão e o tempo para a elaboração do produto.

A quarta pergunta *“O capítulo 4 contempla a descrição detalhada de cada uma das atividades sugeridas para os 8 passos da UEPS sobre horta escolar? Deixe seu comentário e/ou sugestão.”* O Quadro 9 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 9 – Resposta dos professores para a quarta pergunta.

Professor	Resposta
A	Sim, este capítulo deixa claro cada passo da UEPS.
B	Há um cuidadoso detalhamento de cada etapa. As características e utilização do papel tornassol pode ser abordado da mesma forma que se explorou as propriedades das hortênsias e suas colorações, com um texto de apoio.
C	Os oito passos sobre EUPS estão de acordo com a proposta do trabalho. Parabéns, aos autores!
D	sim.

Fonte: O autor

Analisando as respostas dos professores, verificamos que todos os, que o capítulo 4 da UEPS descreve de maneira detalhada cada atividade sugerida para os 8 passos. O professor “B” sugere que “As características e utilização do papel tornassol pode ser abordado da mesma forma que se explorou as propriedades das

hortênsias e suas colorações, com um texto de apoio.”. Essa sugestão é pertinente, e cabe ao professor que for aplicar a UEPS realizar tais adaptações da maneira que achar mais conveniente.

Sobre a fundamentação teórica sobre ácidos, bases e pH apresentada no passo 3 do capítulo 4, perguntou-se aos professores se *“está adequada para ser trabalhada na disciplina de Química do Ensino Médio? Deixe seu comentário e/ou sugestão.”* O Quadro 10 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 10 – Resposta dos professores para a quinta pergunta.

Professor	Resposta
A	Sim, pois considerando a existência dos conceitos prévios anteriormente levantados e da intervenção didática buscando a ancoragem de novos conceitos por meio de diferenciação progressiva, os conceitos trabalhados são adequados e seus aprofundamentos são pertinentes à etapa proposta.
B	Esse item traz informações que foram abordadas anteriormente de forma superficial.
C	Sim, pode e deve ser abordada nas aulas, principalmente os alunos de segundo ano do ensino médio. Mas, me preocupei em como estão organizados os conceitos sugeridos no próprio trabalho.
D	Sim. Dar uma olhada nos números sobrescrito nos exemplos de log. Acredito ser importante estimar o tempo necessário para a realização de cada etapa a fim de auxiliar no planejamento.

Fonte: O autor

Analisando as respostas, verificamos que os professores afirmam que a fundamentação teórica sobre ácidos, bases e pH está adequada para ser trabalhada no Ensino Médio. O professor “A” pondera que “os conceitos trabalhados são adequados e seus aprofundamentos são pertinentes à etapa proposta.”. Com relação a observação do professor “C” que se preocupa com a organização dos conceitos abordados no trabalho, ele se refere ao conceito de pH, pois entende que este deva vir precedido por outros conceitos como reações químicas, cinética química e equilíbrio químico, conforme citado pelo mesmo no Quadro 8. Cabe ressaltar que o passo 3 do capítulo 4 da UEPS aborda conceitos que podem ser trabalhados de maneira isolada, sendo que os conceitos que promovem a hierarquização do conhecimento devem ter sido trabalhados em sala de aula pelo professor. Como mencionado nas arguições da terceira pergunta, consideramos importante as colocações do professor, no entanto, o conceito de pH foi inserido nesse trabalho por

se tratar de um parâmetro importante a ser controlado para o melhor desenvolvimento das hortaliças. Ademais, consideramos que em turmas de segundo ano do Ensino Médio onde o professor já tenha trabalhado todos os conceitos que precedem ao pH, as atividades propostas na UEPS Horta Escolar podem contribuir para a promoção da aprendizagem. Sobre as atividades experimentais apresentadas no capítulo 4, perguntou-se se “*estão em consonância com conceitos trabalhados de ácidos, bases e pH? Deixe seu comentário e/ou sugestão.*” O Quadro 11 ilustra as respostas obtidas:

Quadro 11 – Resposta dos professores para a sexta pergunta.

Professor	Resposta
A	Sim são pertinentes e se mostram interessantes e possuem alto potencial de aprendizagem.
B	A escolha do experimento e sua descrição são compatíveis com o que se pretende. Deve-se ser cuidadoso com a utilização de solução NaOH.
C	Sim, estão.
D	Sim. Talvez inserir uma coluna com a cor inicial antes da cor observada nos quadros. Talvez realizar a medida de pH das substâncias com o papel indicador também, somente para demonstrar o outro método.

Fonte: O autor

Analisando as respostas do Quadro 11, é possível inferir que os professores destacam que as atividades propostas estão alinhadas com o conteúdo proposto na UEPS. O professor “A” afirma que “se mostram interessantes e possuem alto potencial de aprendizagem.”, e isso sugere que as atividades estão alinhadas aos conceitos de ácidos, bases e pH proposto na UEPS. O professor “B” adverte quanto ao uso de NaOH “Deve-se ser cuidadoso com a utilização de solução NaOH. ”. Consideramos a sugestão pertinente, e um quadro com tal observação será incluída no material. O professor “D” sugere que “Talvez inserir uma coluna com a cor inicial antes da cor observada nos quadros. Talvez realizar a medida de pH das substâncias com o papel indicador também, somente para demonstrar o outro método.”. Em relação a inserção da coluna para os estudantes indicarem a cor da solução antes da análise, consideramos pertinente, e esta será incluída no produto educacional. Já realizar a medida com outros métodos já é proposto na UEPS em atividades separadas, e na sequência destas é apresentado uma atividade que remete os estudantes a compararem os métodos de análise.

Sobre a execução das atividades propostas, a sétima questão traz *“As atividades experimentais propostas são de fácil execução? Deixe seu comentário e/ou sugestão.”* O Quadro 12 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 12 – Resposta dos professores para a sétima pergunta.

Professor	Resposta
A	Sim, pois é um fator de grande relevância em se tratando de ambientes de sala de aulas/ laboratórios / setores ou ambientes externos em escolas públicas.
B	As atividades experimentais e a montagem do testador são de fácil execução com certeza.
C	Sim, são possíveis de serem realizadas, mesmo na escola pública atual.
D	Sim.

Fonte: O autor

Constamos que os professores avaliaram positivamente as atividades experimentais quanto a execução. O professor “A”, afirma que “é um fator de grande relevância em se tratando de ambientes de sala de aulas/ laboratórios / setores ou ambientes externos em escolas públicas.” Nesta direção, Weber, *et al* (2012) ponderam que “a introdução de atividades experimentais contribui para dar significado ao saber escolar, o que pode despertar o gosto por essa ciência”. Ainda Giordan (1999) destaca que as atividades experimentais despertam um grande interesse entre os estudantes, especialmente devido ao seu caráter motivador e lúdico. Quando bem planejadas e executadas, as atividades experimentais se tornam uma ferramenta importante na formação de cidadãos, facilitando o desenvolvimento da compreensão, análise, questionamento e senso crítico do conteúdo visto em sala de aula (MALDANER, 2000).

Sobre a implantação do canteiro da horta, questionou-se os professores *“As atividades 1 e 2 (passo 4) do capítulo 4, tratam da implantação do canteiro da horta, são apresentadas de maneira detalhada, e possibilitam adaptações/replicações na(s) escola(s) em você leciona? Deixe seu comentário e/ou sugestão.”* O Quadro 13 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 13 – Resposta dos professores para a oitava pergunta.

Professor	Resposta
A	sim, perfeitamente, pois tenho dois hectares disponíveis para experimentações.
B	Sim
C	Sim, está muito entendível e pode ser replicado nas escolas pelos professores.
D	Sim.

Fonte: O autor

As respostas fornecidas pelos professores indicam que as atividades sugeridas para a escolha do local e a implantação do canteiro da horta são de fácil execução.

No que se refere a coleta de solo e análise física, perguntou-se aos docentes *“As atividades 3 e 4 (passo 4) do capítulo 4, tratam da coleta e análise física do solo, apresentam procedimentos detalhados, e possibilitam adaptações/replicações na(s) escola(s) em que leciono? Deixe seu comentário e/ou sugestão.”* O Quadro 14 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 14 – Resposta dos professores para a nona pergunta.

Professor	Resposta
A	Sim. possuímos laboratórios de ciências.
B	A maneira usada para demonstrar as diferentes etapas de preparação do solo, permitem sua replicação em diferentes situações.
C	Sim, está muito entendível e pode ser replicado nas escolas pelos professores.
D	Sim, a escola possui espaço físico para realização das atividades, porém não possui pHmetro.

Fonte: O autor

Os professores destacam que as atividades experimentais são facilmente executáveis e que as escolas onde os professores lecionam possuem espaço físico que possibilite a realização das atividades propostas. O professor “B” acrescenta que *“A maneira usada para demonstrar as diferentes etapas de preparação do solo, permitem sua replicação em diferentes situações.”* O professor “D” afirma na escola em que ele leciona *“não possui pHmetro”*. A falta de equipamentos em laboratórios de escola públicas é um problema presentes na maioria das escolas, Berezuk e Inada

(2010) analisaram o uso do laboratório de escolas públicas e privadas, e constataram que “as escolas públicas possuem maior dificuldade para a realização de aulas laboratoriais pelas condições precárias de uso dos laboratórios causadas pela falta de investimentos nesses estabelecimentos, ocasionando falta de equipamentos e materiais”. A análise de pH utilizando pHmetro é um método que oferece maior precisão, frente a isso, o produto educacional traz outras atividades experimentais alternativas para a análise de pH, utilizando indicadores naturais, sintéticos e fita de pH.

Em relação a análise química do solo, proposta no produto educacional, questionou-se os docentes *“A atividade 5 (passo 4) do capítulo 4, traz propostas de experimentos para a análise química do solo, e os apresenta de forma clara, objetiva e de fácil execução na escola em que leciono? Deixe seu comentário e/ou sugestão.”* O Quadro 15 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 15 – Resposta dos professores para a décima pergunta.

Professor	Resposta
A	Sim, são procedimentos fáceis e é uma excelente oportunidade para aprender mais e ensinar melhor.
B	No caso da análise do solo sua execução e de fácil execução sim.
C	Sim, está muito entendível e pode ser replicado nas escolas pelos professores.
D	Sim. o procedimento esta claro e simples o que facilita a compreensão.

Fonte: O autor

A análise das respostas indica que os professores concordam que os experimentos propostos são apresentados de forma clara, objetiva e de fácil execução nas escolas onde lecionam. O professor “A” reforça que os procedimentos são fáceis e “é uma excelente oportunidade para aprender mais e ensinar melhor”. Praia *et al.* (2002), afirma que aulas experimentais que envolvem a investigação transforma os estudantes em sujeitos mais participantes na construção de seus conhecimentos.

A última pergunta dessa categoria se refere aos instrumentos avaliativos (mapa conceitual, questionário inicial e avaliação somativa individual). Questionou-se os docentes se as avaliações *“contemplam os conceitos abordados e estão adequados para averiguar os conhecimentos dos estudantes? Deixe seu comentário e/ou sugestão.”* O Quadro 16 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 16 – Resposta dos professores para a décima primeira pergunta.

Professor	Resposta
A	Sim estão consideravelmente pertinente às averiguações pretendidas.
B	Todo conjunto de ferramentas avaliativas escolhidas permitem traçar a maneira como o conhecimento é construído em torno dos conceitos prévios dos alunos.
C	Apresento acima uma crítica com relação a este ponto (<i>“Penso que os conceitos importantes para abordar o presente trabalho com a abordagem Horta seriam: Apresentaria os conceitos na seguinte ordem hierárquica: reações químicas, velocidades das reações, equilíbrio químico e, dentro desse último, o pH.”</i>).
D	Sim, mais minha sugestão é que adicionar alguns elementos da avaliação formativa como registro em caderno e envolvimento dos estudantes na atividade ou relato sobre a experiência.

Fonte: O autor

As respostas dos professores sinalizam pontos que podem ser aprimorados no produto educacional. O professor “D” sugere a adição de registro em caderno ou relato sobre a experiência como forma de avaliação formativa. Outros instrumentos avaliativos podem ser incluídos tais como o diário de bordo, onde o estudante registra todas as atividades desenvolvidas, relatórios, apresentações orais e outras que o professor considere pertinente. O professor “C” reforça a “crítica” feita anteriormente na terceira pergunta (Quadro 8) a respeito da sequência em que é abordado o conceito de pH na UEPS. As arguições referentes a este questionamento já foram fornecidas após o Quadro 8 e 10. Segundo Moreira (2011), a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação. O professor deve registrar tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa.

5.4.3 Categoria 3: Estética, estilo de escrita e contribuição do produto educacional

Essa última categoria visa analisar as percepções dos professores sobre as contribuições do produto educacional, também, sobre a diagramação do produto educacional no que se refere estética e o estilo de escrita estão adequados para facilitar a leitura do material. SCHONS (2009) afirma que a estética concerne ao “apelo visual” e a sua atratividade para o usuário. Laaser (1997) aponta que o uso de meios visuais em livros didáticos torna as informações mais claras; quebra a monotonia da

escrita; ajuda os estudantes a se lembrarem das informações com mais facilidade; fornece motivação para os estudantes; torna os materiais impressos mais atraentes; pode aumentar a atenção; tornar o aprendizado mais real e se comunica com todos em qualquer língua com todos em qualquer língua.

Na primeira pergunta deste tópico “*Você considera que há um diálogo entre o texto visual e o texto verbal? Deixe seu comentário e/ou sugestão.*”. O Quadro 17 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 17 – Resposta dos professores para a primeira pergunta.

Professor	Resposta
A	Está excelente!
B	Ocorre uma interação intencional, o que facilita a compreensão dos conceitos abordados em toda trajetória do trabalho.
C	Sim.
D	Sim, estão de acordo.

Fonte: O autor

As respostas do Quadro 17 reforçam a qualidade da diagramação presente no produto educacional, visto que todos os professores avaliadores convergem na opinião de que as imagens apresentadas estão relacionadas com os textos. O professor “B” reforça que “facilita a compreensão dos conceitos abordados em toda trajetória do trabalho”, o que corrobora com as afirmações de Moore e Kearsley (2007) que ressaltam que o uso de ilustrações, tabelas e diagramas para complementar o texto e o uso de linhas para separar capítulos ou colunas são os princípios específicos da estética na criação de livros didáticos.

Sobre a adaptabilidade das atividades presente no produto educacional, foi perguntado se “*As atividades propostas podem ser adaptadas para serem desenvolvidas no Ensino Fundamental e Educação de Jovens e Adultos? Deixe seu comentário e/ou sugestão.*” O Quadro 18 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 18 – Resposta dos professores para a segunda pergunta.

Professor	Resposta
A	Sim!
B	Essas atividades podem ser adaptadas em diferentes fases do ensino, a escolhas dos reagentes precisa levar isso em conta para evitar acidentes.
C	Não tenho experiência com esta etapa e modalidade de ensino, mas acredito que seja possível.
D	Sim, respeitando a abrangência do aprofundamento conceitual a cada nível de ensino.

Fonte: O autor

Analisando as respostas do Quadro 18, verifica-se que todos os professores concordam que o material pode ser adaptado para outras modalidades e níveis de ensino. O professor “B” adverte que “[...] a escolhas dos reagentes precisa levar isso em conta para evitar acidentes.” esta orientação foi contemplada no produto educacional, com a inclusão de recomendações ao professor sobre os cuidados no manuseio de reagentes e no preparo de soluções. O professor “D” ressalta que “a abrangência do aprofundamento conceitual a cada nível de ensino.”, deve ser respeitada. Entende-se que produto educacional pode sofrer ajustes que o torne adequado para o público em que será aplicado. Neste sentido, Ricardo Quinta (2011, p. 53) afirma que adaptação “é o processo de seleção, geração e modificação de conteúdo para adequação a diferentes ambientes”.

Sobre as atividades teóricas e práticas propostas na UEPS-Horta Escolar, perguntou se “*podem ser realizadas na íntegra e/ou adaptadas para o contexto da(s) escola(s) em que você leciona? Deixe seu comentário e/ou sugestão.*” O Quadro 19 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 19 – Resposta dos professores para a terceira pergunta.

Professor	Resposta
A	Sim!
B	Essa atividades podem ser realizadas em minha escola com certeza.
C	Sim. Talvez não tenho alguns aparatos, mas a adaptação é viável.
D	Sim, totalmente, inclusive pretendo testar algumas abordagens.

Fonte: O autor

As respostas fornecidas indicam que as atividades teóricas e práticas propostas podem ser realizadas nas escolas em que todos os professores lecionam, inclusive o professor D comenta que pretende aplicar as atividades na escola. O professor “C” ressalva que “Talvez não tenho alguns aparatos, mas a adaptação é viável.”, o que corrobora com os estudos de Berezuk e Inada (2010) que evidenciam a falta de materiais e equipamentos em escolas públicas, que dificultam a execução de atividades experimentais.

Em relação a contribuição do material didático na formação social e científica do estudante perguntou-se: “*O produto educacional contribui para a formação social e científica do estudante? Deixe seu comentário e/ou sugestão.*”. O Quadro 20 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 20 – Resposta dos professores para a quarta pergunta.

Professor	Resposta
A	Sim!
B	O produto educacional pode ser usado para abordar questões ambientais contemporâneas também.
C	Sim. A sequência promove a relação teoria e pratica não só na forma de demonstração, mas propicia meios para o estudante construir seu próprio conhecimento, partindo de um contexto que ele já conhece (horta) e relacionando com vários conceitos científicos que possivelmente ele não sabia estar envolvido na atividade de desenvolver uma horta
D	Sim, pois permite a investigação e proposta para solucionar problemas, por exemplo na análise físico-química do solo, entre outros.

Fonte: O autor

A análise das respostas indica que os professores consideram que o produto educacional pode contribuir para a formação social e científica do discente. O professor “B” pontua que “O produto educacional pode ser usado para abordar questões ambientais contemporâneas também”. O fato do produto ser adaptado em função dos objetivos de ensino estabelecidos pelo professor, favorece o trabalho com temas transversais como as questões ambientais. O professor “C” pontua que a sequência didática “promove a relação teoria e prática não só na forma de demonstração, mas propicia meios para o estudante construir seu próprio conhecimento, partindo de um contexto que ele já conhece (horta)”. Entende-se que a prática pedagógica deva proporcionar aos estudantes a capacidade de conectar novas aprendizagens com as experiências cotidianas. Relacionar teoria com a prática oportuniza os estudantes a fazerem uma reflexão mais profunda do conteúdo estudado. De Souza (2014) pondera que a teoria e a prática são indissociáveis e devem ser dosadas de maneira igual, buscando o enriquecimento da aprendizagem. O professor “D” reforça que o produto “permite a investigação e proposta para solucionar problemas, por exemplo na análise físico-química do solo, entre outros”.

No que tange a aprendizagem significativa, perguntou-se aos professores se *“A UEPS horta escolar contribui para a aprendizagem significativa dos conceitos de ácidos, bases e pH? Deixe seu comentário e/ou sugestão”*. O objetivo foi verificar se a UEPS desenvolvida abarca de maneira adequada os princípios da TAS proposta por Ausubel. O Quadro 21 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 21 – Resposta dos professores para a quinta pergunta.

Professor	Resposta
A	Podem ser, caso o professor utilize a metodologia segundo Ausubel.
B	Sim.
C	Sim.
D	Sim há uma elevada potencialidade para que ocorra a aprendizagem significativa. Reúne todos os aspectos necessários.

Fonte: O autor

As respostas apresentadas pelos professores indicam que os princípios da aprendizagem significativa são contemplados de maneira satisfatória na UEPS desenvolvida. O professor “D” destaca que “há uma elevada potencialidade para que ocorra a aprendizagem significativa. Reúne todos os aspectos necessários”. Entende-se que para um produto educacional auxiliar no processo de ensino/aprendizagem, o professor deva aguçar os estudantes a participarem ativamente das situações de ensino. Mossi (2018) afirma que “uma das tarefas mais difíceis nesse processo de construção do aprendizado significativo é a predisposição do aluno para aprender”. A questão do material ser ou não potencialmente significativo cai no pressuposto já mencionado nos referenciais teóricos deste trabalho, que não depende só do material de aprendizagem, mas também da tríade professor-material-aluno (MOREIRA, 2010).

Por último, é solicitado aos participantes da pesquisa que deixassem as sugestões para o aprimoramento do produto educacional. O Quadro 22 apresenta as respostas obtidas:

Quadro 22 – Resposta dos professores para a sexta pergunta.

Professor	Resposta
A	No geral, o trabalho está excelente. Não há mais sugestões. Parabéns pelo excelente trabalho.
B	Poderia ser abordado a questão da adubação usando a compostagem domestica.
C	Acredito que a inserção de tempo de aula estimado em cada etapa e a relação com as competências e habilidades da BNCC poderia auxiliar o planejamento do professor. Parabéns pelo ótimo trabalho de elaboração do material que pode ser muito útil para os professores melhorar sua pratica educativa.
D	O produto tem alto potencial Significativo, apresenta excelente lay-out, boa diagramação, tamanhos adequados de fontes bem como a distribuição dos diagramas por páginas. Vale a pena consultar um especialista em educação especial sobre a adequação para os estudantes que possuem dislexia, pois há fontes que diminuem a dificuldade de leitura.

Fonte: O autor

Como sugestão, o professor “B” pondera que “Poderia ser abordado a questão da adubação usando a compostagem doméstica”. Considera-se o tema de compostagem pertinente, e a inclusão possível, no entanto decidiu-se não abordar o tema na UEPS desenvolvida devido a extensão e abrangência do tema. O professor “C” pondera que “[...] a inserção de tempo de aula estimado em cada etapa e a relação com as competências e habilidades da BNCC poderia auxiliar o planejamento do professor”. A inserção do tempo estimado das atividades é possível, e será incluído em uma atualização do produto educacional. O professor “D” orienta que “[...]Vale a pena consultar um especialista em educação especial sobre a adequação para os estudantes que possuem dislexia, pois há fontes que diminuem a dificuldade de leitura”. Vaz (2012) afirma que a adaptação de materiais abarca os objetivos da inclusão escolar que busca oferecer oportunidades iguais de aprendizagem aos estudantes, independentemente de suas necessidades. Acredita-se que o produto educacional desenvolvido possa ser adaptado para estudantes com necessidades especiais, no entanto como cada necessidade exige uma adaptação específica, sugere-se que tais adaptações sejam levadas em consideração pelo professor que utilizará o produto educacional em sala de aula.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo cumpriu com o propósito de elaborar um produto educacional que relacionasse o tema horta escolar ao ensino dos conceitos de ácidos, bases e pH, contendo atividades experimentais e fundamentado nos princípios TAS, sendo que o mesmo foi avaliado por professores de química que lecionam em instituições de ensino públicas.

A UEPS desenvolvida apresenta oito passos, sendo que o primeiro (situação inicial) trata da investigação dos conhecimentos prévios dos estudantes, o segundo (situação problema) aborda a estratégia do organizador prévio, o terceiro (aprofundamento teórico) contempla o estudo dos conceitos de ácidos, bases e pH, o quarto (nova situação problema) traz a implantação da horta escolar, junto a atividades experimentais, o quinto (avaliação somativa individual) sugere ferramentas avaliativas para verificar indícios de aprendizagem significativa, o sexto (aula expositiva final) sugere a correção das atividades desenvolvidas e a retomada de conceitos já estudados, o sétimo (avaliação da aprendizagem) sugere atividade em grupo para identificar apropriação dos conceitos químicos estudados e o oitavo (avaliação da UEPS) propõe uma forma de avaliar a própria UEPS por meio do resultado das avaliações anteriores e dos registros feitos durante a implementação da UEPS.

A organização, o conteúdo dos capítulos e o estilo de escrita da UEPS, foram elaborados de forma que apresentassem uma sequência lógica e propiciasse uma leitura fluida dos textos. A diagramação foi pensada de forma que trouxesse elementos que aludem a vegetação e cores que contrastam com o plano de fundo. As imagens utilizadas trazem a representação visual de partes escritas nos textos. O processo de validação pelos professores de química indicou que a UEPS apresenta o referencial teórico de maneira clara e todos os passos propostos por Moreira (2011) foram contemplados. O referencial teórico apresentado na UEPS abarca os princípios da teoria da aprendizagem significativa e não sua totalidade, uma vez que a teoria é muito ampla. Ademais a fundamentação teórica sobre ácidos, bases e pH, e as atividades experimentais se mostraram adequadas para serem trabalhadas na disciplina de Química no Ensino Médio, com algumas recomendações que serão contempladas numa atualização futura da UEPS. Os professores de química também indicaram que no tocante a estética e estilo de escrita, o diálogo entre o texto visual e o texto verbal se mostra adequado. Ademais, as atividades contidas na UEPS podem ser adaptadas

para outros níveis de ensino e o produto educacional pode contribuir para a formação social e científica dos estudantes.

Os experimentos selecionados foram adaptados de forma que possam ser reproduzidos na maioria das escolas. Eles utilizam produtos e materiais de fácil acesso, e envolvem a investigação dos assuntos estudados, o que corrobora com a validação pelos professores de química, que ainda pontuaram, que os roteiros apresentam uma linguagem simples e clara, tornando a execução dos experimentos simples.

Em relação a contribuição para a aprendizagem significativa dos conceitos de ácidos, bases e pH, a validação pelos professores de química indicou que a UEPS horta escolar demonstra ter potencial para a promoção da aprendizagem significativa.

As sugestões realizadas pelos professores para o aprimoramento da UEPS, como a inserção do tempo estimado para a realização de etapa, a relação com as competências e habilidades da BNCC, abordar adubação e compostagem e adequação para estudantes com dislexia, são pertinentes, e possivelmente, serão incorporadas, em sua maioria, na futura atualização da UEPS.

Após o processo de validação pelos professores de Química, verificamos que a UEPS desenvolvida demonstra ser uma alternativa que pode auxiliar no processo de construção do conhecimento, de modo que os estudantes sejam capazes de reestruturar o conhecimento a cada elemento da UEPS, a fim de que os novos conceitos fiquem cada vez mais diferenciados na estrutura cognitiva.

De modo geral, a TAS fornece uma base teórica e epistemológica favorável para a criação de novos produtos educacionais. Em conformidade ao contexto abordado nesta pesquisa, uma possível interpretação dos resultados é que o produto educacional desenvolvido apresenta uma linguagem acessível, diagramação adequada e pode contribuir para a aprendizagem significativa dos conceitos de ácidos, bases e pH.

Como perspectiva futura para desdobramento de novas pesquisas, pondera-se, a implementação da UEPS e a inclusão na UEPS desenvolvida do conteúdo de equilíbrio químico e suas relações com os conceitos de ácidos, bases, pH e pOH, que por sua vez, também são considerados de difícil compreensão por parte dos estudantes.

Por fim, espera-se que o produto educacional inspire outros professores a promoverem a necessária contextualização do ensino de química, por meio da relação

entre os conteúdos de química e suas aplicações no cotidiano, na ciência e no meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Márjore *et al.* pH do solo: determinação com indicadores ácido-base no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 4, p. 283-287, 2009.

ARRAIS, Antonia Adriana Mota; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens; BIZERRIL, Marcelo Ximenes Aguiar. A horta e suas potencialidades para as abordagens CTS no contexto escolar. VI congresso nacional de educação, Fortaleza, 2019.

ARAUJO, Amanda Caroline Ferreira; DE OLIVEIRA FÉLIX, Maria Elisabeth; DA SILVA, Gilberlândio Nunes. RELATO DAS DIFICULDADES EM APRENDER QUÍMICA DE ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE CAMPINA GRANDE. VII ENID encontro da iniciação a docência da UEPB. Campina Grande – PB 2019.

ASSAI, N. D. S., FREIRE, L. I. F. A utilização de atividades experimentais investigativas e o uso de representações no ensino de cinética química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, p. 153-172, 2017.

ATAÍDE, Márcia Cristiane Eloi Silva; DA SILVA, Márcia Gorette Lima; DANTAS, Josivânia Marisa. Experimentos nos livros didáticos: aspectos relacionados a segurança e os rejeitos químicos. **Experiências em ensino de ciências**, v. 4, n. 3, p. 57-75, 2009.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1 ed. Lisboa, 2003.

AUSUBEL, David Paul. The psychology of meaningful verbal learning. New York, Grune and Stratton (1963).

AUSUBEL, David Paul et al. Psicologia educacional: uma visão cognitiva . Nova York: Holt, Rinehart e Winston, 1968.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Interamericana, 1980.

AVARGIL, Shirly *et al.* Students' understanding of analogy after a CORE (Chemical Observations, Representations, Experimentation) learning cycle, General Chemistry experiment. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 10, p. 1626-1638, 2015.

ÁVILA, Simone Garcia; DO ROSÁRIO MATOS, Jivaldo. Compostos coloridos do ferro: uma proposta de experimentação utilizando materiais de baixo custo. **Educación química**, v. 28, n. 4, p. 254-261, 2017.

BABINČÁKOVÁ, Mária; BERNARD, Paweł. Online experimentation during COVID-19 secondary school closures: Teaching methods and student perceptions. **Journal of chemical education**, v. 97, n. 9, p. 3295-3300, 2020.

BELLOVA, Renata; MELICHERCIKOVA, Danica; TOMCIK, Peter. Approximate Relations in pH Calculations for Aqueous Solutions of Extremely Weak Acids: A Topic for Problem-Based Learning. **Journal of Chemical Education**, v. 95, n. 9, p. 1548-

1553, 2018.

BEREZUK, Paulo Augusto; INADA, Paulo. Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 32, n. 2, p. 207-215, 2010.

BRETZ, Stacey Lowery; MCCLARY, LaKeisha. Students' understandings of acid strength: how meaningful is reliability when measuring alternative conceptions?. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 2, p. 212-219, 2015.

CATELAN, Senilde Solange; RINALDI, Carlos. A atividade experimental no ensino de ciências naturais: contribuições e contrapontos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 306-320, 2018.

CARDOSO, Sheila Pressentin; COLINVAUX, Dominique. Explorando a motivação para estudar química. *Química Nova*, v. 23, n. 3, p. 401-404, 2000.

CHAGAS, Aécio Pereira. O ensino de aspectos históricos e filosóficos da química e as teorias ácido-base do século XX. **Química Nova**, v. 23, p. 126-133, 2000.

CORREIA, Daniele *et al.* Xampu com ou sem sal: Uma Temática nas Aulas de Química no Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 2, 2014.

COUTO, Andréa Boldarini; RAMOS, Luíz Antonio; CAVALHEIRO, Éder Tadeu Gomes. Aplicação de pigmentos de flores no ensino de química. **Química Nova**, v. 21, p. 221-227, 1998.

DA FONSECA, Vitor. **Desenvolvimento cognitivo e processo de ensino aprendizagem: Abordagem psicopedagógica à luz de Vygotsky**. Editora Vozes Limitada, 2019.

DA SILVA, André Luís Silva; DE MOURA, Paulo Rogério Garcez; DEL PINO, José Cláudio. Atividade Experimental Problematizada: uma proposta de diversificação das atividades para o Ensino de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 51-65, 2015.

DA SILVA, André Luís Silva; MOURA, Paulo Rogério Garcezde; DEL PINO, José Cláudio. Atividade Experimental Problematizada (AEP) como uma estratégia pedagógica para o Ensino de Ciências: aportes teóricos, metodológicos e exemplificação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 5, p. 177-195, 2017.

DA SILVA, Antonio Joélio Alves; VIEIRA, Andreia A.; SOARES JR, Antônio L. Atividades experimentais de química no ensino da EJA. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 4, 2018.

DE LARA, Anna Elisa; DE SOUSA, Célia Maria Soares Gomes. O processo de construção e de uso de um material potencialmente significativo visando a aprendizagem significativa em tópicos de colisões: apresentações de slides e um ambiente virtual de aprendizagem. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 2, p. 58-80, 2009.

DE MOURA, Kelvia Fabiane Alves; DURÃES, José Aparecido Santos; SILVA,

Fernando César. Investigação no Ensino Médio: sistemas de hidroponia em horta escolar para discussão de conceitos químicos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 582-592, 2019.

DE SOUZA, Ana Paula Azevedo *et al.* A necessidade da relação entre teoria e prática no ensino de ciências naturais. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 15, 2014.

DEMUNER, Lourival *et al.* EDUCAÇÃO CTS/CTSA COM ENFOQUE FREIRIANO POR MEIO DE AULA DE CAMPO SOBRE RECUPERAÇÃO DE NASCENTE DE ÁGUA. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p. 102-123, 2019.

DOS SANTOS, Paula Macedo Lessa, *et al.* potencial dos espaços naturais para o ensino de química: uma proposta de experimentação com abordagem interdisciplinar. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, p. 533-548, 2020.

FERNANDES, Maria do Carmo de Araujo. A horta escolar como eixo gerador de dinâmicas comunitárias, educação ambiental e alimentação saudável e sustentável. **Revista Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina**, v. 9, n. 9, p. 37-45, 2005.

FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio Rodney; OLIVEIRA, RC de. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FIGUEIRA, Ângela Carine Moura. Investigando as concepções dos estudantes do ensino fundamental ao superior sobre ácidos e bases. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em educação em ciências. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS, 2010.

FONSECA, Ana Flávia Rezende; SILVA, Fernando César. DISCUSSÃO DE CONCEITOS QUÍMICOS FUNDAMENTADA EM LEITE ADULTERADO. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 4, p. 113-122, 2018.

GALIAZZI, Maria do Carmo; GONÇALVES, Fábio Peres. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química nova**, v. 27, p. 326-331, 2004.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química nova na escola**, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

GOMES, Alessandro DT; BORGES, Antônio Tarciso; JUSTI, Rosária. Processos e conhecimentos envolvidos na realização de atividades práticas: revisão da literatura e implicações para a pesquisa. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 2, p. 187-207, 2008.

GONÇALVES, Fábio Peres; MARQUES, Carlos Aberto. A circulação inter e intracoletiva de pesquisas e publicações acerca da experimentação no ensino de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 1, p. 181-204, 2012b.

GONÇALVES, Fábio Peres; MARQUES, Carlos Alberto. A circulação inter e

intracoletiva de conhecimento acerca das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência de formadores de professores de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, p. 467-488, 2012a.

GONÇALVES, Fábio Peres; MARQUES, Carlos Alberto. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 219-238, 2006.

GUERRA, Marcelo Henrique Freitas Saraiva *et al.* Uma abordagem das atividades experimentais no Ensino de Química: uso da flor *Ixora Chinensi* como indicador ácido-base. **Revista Thema**, v. 15, n. 3, p. 834-847, 2018.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química nova na escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HODSON, Derek. Experiments in science and science teaching. **Educational philosophy and theory**, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.

HOFF, Silvana. Textos voltados a temas científicos como estratégia para o ensino de funções inorgânicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Química, Licenciatura em Química (TCC), Porto Alegre, 2011.

IMBERNON, Rosely Aparecida Liguori *et al.* Experimentação e interatividade (hands-on) no ensino de ciências: a prática na praxis pedagógica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 1, p. 74-85, 2009.

JIN, Hao, *et al.* Open-source low-cost wireless potentiometric instrument for pH determination experiments. **Journal of Chemical Education**, 95, 2, 326-330 2018.

KAPLÚN, Gabriel. Material educativo: a experiência de aprendizado. **Comunicação & Educação**, n. 27, p. 46-60, 2003.

KELLY, Resa M.; AKAYGUN, Sevil. Insights into how students learn the difference between a weak acid and a strong acid from cartoon tutorials employing visualizations. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 6, p. 1010-1019, 2016.

Klausen, Luciana dos Santos. Aprendizagem significativa: Um desafio. XIII Congresso nacional de educação (EDUCERE). 2017, Curitiba – PR. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/25702_12706.pdf

KOTZ, John C.; *et al.* **Química Geral e Reações Químicas**, vol. 1 e 2. Cengage Learning, 9ª ed. São Paulo, 2016.

LAASER, Wolfram *et al.* Manual de criação e elaboração de materiais para educação a distância. **Brasília: CEAD**, 1997.

LEAL, Régis Casimiro *et al.* Explorando a cinética química através da queima de uma vela. **Educación química**, v. 25, n. 2, p. 93-96, 2014.

LEITE, Priscila Souza Chisté. Produtos Educacionais em Mestrados Profissionais na Área de Ensino: uma proposta de avaliação coletiva de materiais

educativos. **CIAIQ2018**, v. 1, 2018.

LIBÂNEO, José. Carlos. **Didática: teoria da instrução e do ensino**. São Paulo: Cortez, 1994.

LÔBO, Soraia Freaza. O trabalho experimental no ensino de química. **Química Nova**, v. 35, p. 430-434, 2012.

LUCAS, Mônica *et al.* Indicador natural como material instrucional para o ensino de química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 1, p. 61-71, 2013.

MALDANER, Otavio Aloisio. **A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores**. Editora Unijuí, 2000.

MANCINI, A. A. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2005.

MARRA, Nayara Nogueira Soares *et al.* Atividade experimental de química para uma turma inclusiva com um estudante cego: a importância do estudo do contexto. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 8, p. 14-30, 2017.

MARTINS, Renata de Cássia *et al.* Coleção de propostas utilizando produtos naturais para a introdução ao tema ácido-base no Ensino Médio (Parte I). **Educación química**, v. 28, n. 4, p. 246-253, 2017.

MARTINS, Renata de Cássia *et al.* Coleção de propostas utilizando produtos naturais para a introdução ao tema ácido-base no Ensino Médio (Parte I). **Educación química**, v. 28, n. 4, p. 246-253, 2017.

MERHY, Thiago Saide Martins; SANTOS, Marcelo Guerra. Planta ou vegetal? As concepções alternativas dos alunos do ensino fundamental. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 2, p. 104-116, 2014.

MOORE, Michael. G.; KEARSLEY, Greg. **Educação a distância: uma visão integrada**. Tradução Roberto Galman. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MORAIS, Juliana Gonzaga De. *et al.* Concepções do ensino de pH para alunos do ensino médio. **Simpósio de Química**, p. 4-4, 2017.

MOREIRA, J. R., SILVA, A. L. S., MOURA, P. G. R. Potencialidade de um plano de ensino pautado na atividade experimental problematizada (AEP) à alfabetização científica em Química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, 2017.

MOREIRA, Marco A. Mapas conceituais e diagramas V. **Porto Alegre: Ed. do Autor**, 2006b.

MOREIRA, Marco Antonio. ¿ Al afinal, qué es aprendizaje significativo?. **Qurriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa**. La Laguna, Espanha. No. 25 (marzo 2012), p. 29-56, 2012b.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Universidade de Brasília, 2006a.

MOREIRA, Marco Antônio. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. **Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física**, 2013.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Revista/Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 3, pp. 25-46, 2012b.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizaje Significativo Critico**. Boletín de Estudios e Investigación. 2ª ed.n. 6, p. 83-101, 2010.

MOREIRA, Marco Antonio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. **Porto Alegre – RS, 2012c**. Disponível em: https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe_Goulart/Material_de_Apoio/Referencial%20Teorico%20-%20Artigos/Mapas%20Conceituais%20e%20Aprendizagem%20Significativa.pdf. Acesso em setembro 2021

MOREIRA, Marco Antonio. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, v. 7, n. 2, pp. 23-30, 2008

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda. 2 ed. 1999.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS. **Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física. 2011**. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>. Acesso em agosto 2021.

MOREIRA, Marco Antonio.; MASINI, Elcie. Fortes Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. São Paulo: Moraes. 1982.

MOREIRA, Marco Antonio; MASSONI, Neusa Teresinha. Interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino de ciências/física. **Porto Alegre, Instituto de Física/UFRGS**, v. 26, n. 6, 2015.

MOREIRA, Marco Antonio; MASSONI, Neusa Teresinha. Interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino de ciências/física. **Porto Alegre, Instituto de Física/UFRGS**, v. 26, n. 6, 2015.

MORETTO, Milena. Tentativas de apropriação da linguagem acadêmica por estudantes universitários: a produção escrita na universidade. **Comunicações**, v. 24, n. 1, p. 171-186, 2017.

MORGADO, Fernanda da Silva. **A horta escolar na educação ambiental e alimentar: experiência do Projeto Horta Viva nas escolas municipais de Florianópolis**. TCC (Bacharelado em engenharia agrônoma), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

MOSSI, Caroline Silverio. **Pilhas e baterias: uma unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino de eletroquímica utilizando as TDICS e atividades experimentais**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2018.

MYERS, Rollie J. One-hundred years of pH. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 1, p. 30-32, 2010.

NASCIMENTO, G. S.; SANTOS, B. F. Aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases em um estudo sobre a linguagem. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 2, p. 179-189, 2019.

NOVAK, Joseph D.; CAÑAS, Alberto J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis educativa**, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

NOVAK, Joseph.D., GOWIN, D. Bob. **Aprender a aprender**. Cambridge University Press, 1984.

OKA, Talissa Naomi, *et al.* A experimentação em química como metodologia de ensino para a compreensão da acidificação dos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 292-298, 2019.

PAIK, Seoung-Hey. Understanding the relationship among Arrhenius, Brønsted–Lowry, and Lewis theories. **Journal of chemical education**, v. 92, n. 9, p. 1484-1489, 2015

PINHEIRO, Carmen Neide Antunes. **A Importância do trabalho com a horta escolar para o ensino de ciências de forma interdisciplinar**. TCC (Licenciatura em ciências biológicas), Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

PLIESSNIG, Alfredo Francisco; KOVALICZN, Rosilda Aparecida. O uso de metodologias alternativas como forma de superação da abordagem pedagógica tradicional na disciplina de Biologia. **Programa de Desenvolvimento Educacional–PDE do Estado do Paraná**, p. 1-4, 2009.

PRAIA, João; CACHAPUZ, António; GIL-PÉREZ, Daniel. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

PUGGIAN, Cleonice *et al.* Ensino de reações químicas em laboratório: articulando teoria e prática na formação e ação docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 3, p. 697-708, 2016.

QUEIROZ, Taísa Layane Salazar, *et al.* Avaliação de propostas de experimentação em livros didáticos de ciências de escolas públicas do ensino fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 447-461, 2018.

RICARDO QUINTA, Marcelo. Content adaptation to multiple contexts. 2011. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

RODRIGUES, Talissa Cristini Tavares; FERRARO, José Luís Schifino; HARRES, João Batista Siqueira. praticando a interdisciplinaridade no ambiente escolar com o uso do sensoriamento remoto, geoprocessamento e fotografia. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 42-58, 2018.

SABINO, Claudia de Vilhena Schayer; CHAVES, Andrea Carla Leite; AMARAL,

Fernando Costa. Estratégias utilizadas para o ensino de laboratório de química sanitária em um curso engenharia civil: desafios e oportunidades. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, p. 173-188, 2017.

SANTOS, WLP dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 28-34, 1996.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Apontamentos sobre a história do ensino de química no Brasil. **Ensino de química em foco. Ijuí: Unijuí**, p. 51-75, 2010.

SCHONS, Claudine. *et al.* **Validação de critérios para material didático assíncrono em Educação a Distância**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SILVA, Hanna Magalhães da. Implantação da horta escolar na escola Santo Afonso. 2015. 35 f. TCC (Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015

SILVA-SANTOS, Vanessa Machado Da, *et al.* P. emprego do extrato de brassica oleracea l. como indicador alternativo de pH em titulações ácido-base: uma atividade experimental integradora para o ensino de química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 143-159, 2019.

SOUZA, Andriele Coraiola De; BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias. planejamento de aulas experimentais de química: um estudo na formação inicial. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 3, p. 187, 2018.

SOUZA, Cleuzane R.; SILVA, Fernando C. Discutindo o contexto das definições de ácido e base. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 1, p. 14-18, 2018.

SOUZA-ASSAI, Natany Dayani De; FREIRE, Leila Inês Follmann. A utilização de atividades experimentais investigativas e o uso de representações no ensino de cinética química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, p. 153-172, 2017.

STOYANOVICH, Carlee; GANDHI, Aneri; FLYNN, Alison B. Acid–base learning outcomes for students in an introductory organic chemistry course. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 2, p. 220-229, 2015.

SUART, Rita De Cassia, AFONSO, Stefane Alves. Formação inicial de professores de química: discutindo finalidades e possibilidades sobre o papel da experimentação no ensino de química. **Experiências Em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 131-149, 2015.

SUART, Rita De Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, 2008.

TERCI, Daniela Brotto Lopes; ROSSI, Adriana Vitorino. Indicadores naturais de ph: usar papel ou solução? **Química Nova**, v. 25, p. 684-688, 2002.

UCHÔA, Valdiléia Teixeira *et al.* Utilização de plantas ornamentais como novos indicadores naturais ácido-base no ensino de química. **Holos**, v. 2, p. 152-165, 2016.

VAZ, José Murilo Calixto *et al.* Material didático para ensino de biologia: possibilidades de inclusão. **Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências**, v. 12, n. 3, p. 81-104, 2012.

VIDRIK, Elisandra Chastel Francischini; DE MELLO, Cristina. Ensino Experimental: uma abordagem investigativa no ensino experimental de Química nos livros didáticos brasileiros. **EDU REVIEW. Revista Internacional de Educação e Aprendizagem / Revista Internacional de Educación y Aprendizaje**, v. 3, n. 2, 2015.

WEBER, Karen Cacilda *et al.* Vivenciando a prática docente em Química por meio do Pibid: introdução de atividades experimentais em escolas públicas. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 8, n. 2, 2012.

XAVIER, Janaína Lopes *et al.* Química e Tecnologia: Um aplicativo para a abordagem dos conteúdos de ácidos e bases no Ensino Médio. **Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 4, n. 08, 2018.

ZAPP, Eduardo *et al.* Estudo de Ácidos e Bases e o Desenvolvimento de um Experimento sobre a “Força” dos Ácidos. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 4, p. 278-284, 2016.

ZHANG, Hongyang; WINK, Donald J. Examining an Acid–Base Laboratory Practical Assessment from the Perspective of Evidence-Centered Design. **Journal of Chemical Education**, 2021.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado participante, você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada, **“HORTA ESCOLAR: UMA UEPS PARA O ENSINO DE ÁCIDOS, BASES E pH”** desenvolvida pelo pesquisador Claysson Xavier da Silva.

O objetivo dessa pesquisa é avaliar uma Unidade de Ensino Potencialmente significativa (UEPS) que utiliza a temática horta escolar para explorar os conceitos de ácidos, bases e pH.

O convite para a sua participação se deve à necessidade de o material passar por uma avaliação por professores de Química, Licenciados na área e que estejam atuando como professores da educação básica.

Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória, e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento. Você não terá prejuízo algum caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma. Contudo, ela é muito importante para a execução da pesquisa. Serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações por você prestadas.

Qualquer dado que possa identificá-lo será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa, e o material será armazenado em local seguro. A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, você poderá solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste termo.

A sua participação consistirá em analisar a UEPS proposta e avaliá-la por meio de um questionário escrito com 21 questões abertas. O questionário será disponibilizado via e-mail, utilizando a interface do *Google Forms*. Acredita-se que o uso da tecnologia auxiliará a pesquisa na medida em que visa trazer flexibilidade e diálogo com os participantes, assim como respeito pelas questões éticas, de sigilo e de biossegurança. Para análise, apreciação e avaliação da UEPS será destinado um prazo de 15 dias. O tempo estimado para responder o questionário será de aproximadamente de 2 horas.

Ao final da pesquisa, todo material será mantido em arquivo, sob guarda e responsabilidade do pesquisador responsável, por pelo menos 5 anos, conforme Resolução CNS nº 466/2012.

O benefício relacionado com a sua colaboração nesta pesquisa, será de contribuir para a produção de material didático para o ensino de química. Os riscos desse estudo são classificados como mínimos, porém os participantes podem deixar de responder ou deixar a pesquisa em qualquer momento, sem nenhum prejuízo. Os participantes terão privacidade na hora de responder ao questionário e o sigilo das respostas será mantido pelos pesquisadores.

Os resultados dessa pesquisa serão divulgados em artigos submetidos a periódicos e apresentados em defesa de mestrado.

Em caso de dúvidas quanto à sua participação, você pode entrar em contato com o pesquisador responsável através do e-mail, clayssonx@yahoo.com.br, do

telefone 6799283-9530.

Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFMS (CEP/UFMS), localizado no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, prédio das Pró-Reitorias 'Hércules Maymone' – 1º andar, CEP: 79070900. Campo Grande – MS; e-mail: cepconep.propp@ufms.br; telefone: 67-3345-7187; atendimento ao público: 07:30-11:30 no período matutino e das 13:30 às 17:30 no período vespertino. O Comitê de Ética é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. Dessa forma, o comitê tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não maleficência, da confiabilidade e da privacidade.

Eu, _____, fui informado (a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações. Serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações por você prestadas. Recebi uma cópia deste termo de consentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Concordo em participar dessa pesquisa:

() sim () não

Autorizo a divulgação dos resultados da pesquisa (dissertação de mestrado, resumos, pôsteres, artigos científicos) para fins científicos, mantendo o sigilo de sua identidade:

() sim () não

Nome e assinatura do participante

_____, _____ de _____ de _____

Local e data

Nome e assinatura do pesquisador

_____, _____ de _____ de _____

Local e data

APÊNDICE B - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Prezado(a) Professor(a)! O produto educacional a ser avaliado é parte da dissertação de mestrado, intitulada “HORTA ESCOLAR: UMA UEPS PARA O ENSINO DE ÁCIDOS, BASES E pH”, o qual foi desenvolvido no PROFQUI/UFMS. O produto educacional é uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e baseada na proposta de Moreira (2011), que contempla atividades teóricas e experimentais com enfoque no ensino dos conceitos de ácidos, bases e pH.

Solicito que, após a leitura e análise crítica do produto educacional, você responda este questionário.

Desde já agradeço sua colaboração!

MOREIRA, Marco Antônio. Unidades de ensino potencialmente significativas - UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1, n. 2, p.43-63, 2011.

Perfil do(a) Professor(a)

Nome:

E-mail:

Tempo que leciona na Educação Básica?

Nome da Instituição e ano que você se formou no Curso de Química Licenciatura

Você trabalha ou teria interesse de trabalhar com horta na(s) escola(s) em que você leciona?

A(s) escola(s) em que você leciona conta com espaço para implantação de uma horta escolar?

() Sim

() Não

Organização e conteúdo dos Capítulos do produto educacional

O capítulo 1 explicita de maneira clara o referencial teórico que norteou a produção do produto educacional? Deixe seu comentário e/ou sugestão.

O capítulo 2 apresenta de forma clara os fundamentos da UEPS? Deixe seu comentário e/ou sugestão.

No capítulo 3 consta um quadro com a descrição dos passos da UEPS sobre horta escolar, que permite compreender as atividades e os objetivos de cada etapa? Deixe seu comentário e/ou sugestão.

O capítulo 4 contempla a descrição detalhada de cada uma das atividades sugeridas para os 8 passos da UEPS sobre horta escolar? Deixe seu comentário e/ou sugestão.

A fundamentação teórica a respeito de ácidos, bases e pH apresentada no passo 3 do capítulo 4, está adequada para ser trabalhada na disciplina de Química do Ensino Médio? Deixe seu comentário e/ou sugestão.

As atividades experimentais, apresentadas no capítulo 4, estão em consonância com conceitos trabalhados de ácidos, bases e pH? Deixe seu comentário e/ou sugestão.

As atividades experimentais propostas são de fácil execução? Deixe seu comentário

e/ou sugestão.

As atividades 1 e 2 (passo 4) do capítulo 4, tratam da implantação do canteiro da horta, são apresentadas de maneira detalhada, e possibilitam adaptações/replicações na(s) escola(s) em você leciona? Deixe seu comentário e/ou sugestão.

As atividades 3 e 4 (passo 4) do capítulo 4, tratam da coleta e análise física do solo, apresentam procedimentos detalhados, e possibilitam adaptações/replicações na(s) escola(s) em que leciono? Deixe seu comentário e/ou sugestão.

A atividade 5 (passo 4) do capítulo 4, traz propostas de experimentos para a análise química do solo, e os apresenta de forma clara, objetiva e de fácil execução na escola em que leciono? Deixe seu comentário e/ou sugestão.

Os instrumentos avaliativos (mapa conceitual, questionário inicial e avaliação somativa individual) contemplam os conceitos abordados e estão adequados para averiguar os conhecimentos dos estudantes? Deixe seu comentário e/ou sugestão.

Estética, estilo de escrita e contribuição do produto educacional

Você considera há diálogo entre o texto visual e o texto verbal? Deixe seu comentário e/ou sugestão.

As atividades propostas podem ser adaptadas para serem desenvolvidas no Ensino Fundamental e Educação de Jovens e Adultos? Deixe seu comentário e/ou sugestão.

As atividades teóricas e práticas propostas na UEPS- Horta Escolar podem ser realizadas na íntegra e/ou adaptadas para o contexto da(s) escola(s) em que você leciona? Deixe seu comentário e/ou sugestão.

O produto educacional contribui para a formação social e científica do estudante? Deixe seu comentário e/ou sugestão.

A UEPS horta escolar contribui para a aprendizagem significativa dos conceitos de ácidos, bases e pH? Deixe seu comentário e/ou sugestão.

Deixe suas sugestões para o aprimoramento do produto educacional.
