



Colégio Estadual Jardim Porto Alegre
Ensino Fundamental, Médio E Técnico
Clube De Ciências Cientistas Do Jardim



Elias Tonial Correia

RELATÓRIO FINAL

A inclusão no ensino da Química: elaboração de materiais didáticos a partir da perspectiva de um aluno com transtorno do espectro Autista e TDAH

TOLEDO – PR
2024

Elias Tonial Correia

Email: (correia@colegiojpa.com.br)

Dionéia Schauren

Email: (dioneiasch@yahoo.com.br)

Leandro Marcelo Miglioretto

Email: (miglioreto@colegiojpa.com.br)

A inclusão no ensino da Química: elaboração de materiais didáticos a partir da perspectiva um aluno com Autismo e TDAH

RESUMO

Considerando a complexidade do Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH) e os desafios associados ao ensino de Química, acredita-se que a implementação de estratégias pedagógicas específicas e materiais didáticos adaptados pode melhorar significativamente o engajamento, compreensão e desempenho dos alunos com TDAH nessa disciplina. Investigar a viabilidade e eficácia de utilizar materiais recicláveis na fabricação de papel indicador de pH, visando sua aplicação como ferramenta educativa para alunos com Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH) em atividades práticas de laboratório. Para iniciar o projeto, foram preparados extratos de substâncias indicadoras de pH utilizando repolho roxo, hibisco, açaí, casca de jabuticaba, casca de uva, palmeira juçara e amora. Cada material (100 g) foi processado com 1 L de água, filtrado e rotulado como "Extrato Puro" ou diluído (1:1) como "Extrato Para iniciar o projeto, foram preparados extratos de substâncias indicadoras de pH utilizando repolho roxo, hibisco, açaí, casca de jabuticaba, casca de uva, palmeira juçara e amora. Cada material (100 g) foi processado com 1 L de água, filtrado e rotulado como "Extrato Puro" ou diluído (1:1) como "Extrato Diluído". Papéis toalha usados no laboratório foram cortados, embebidos nos extratos por 24 horas, processados em um moinho de facas na proporção de 1/3 papel para 2/3 extrato, e deixados em repouso. A mistura foi prensada para fazer o papel indicador. A eficiência foi testada com reagentes ácidos, básicos e neutros, observando mudanças de cor. Foram coletadas quatro amostras de solo (terra vermelha, terra preta, cinza e areia), separadas e rotuladas. Utilizando 10 g de solo em funis com papel de filtro, 50 mL de extrato foi adicionado a cada amostra, sem agitar. Os resultados foram registrados fotograficamente. Criou-se um conjunto de papéis indicadores de pH a partir de materiais recicláveis, que mudam de cor conforme a acidez ou alcalinidade. Alunos podem criar suas próprias aquarelas, experimentando com diferentes materiais e soluções, promovendo consciência ambiental e criatividade, especialmente beneficiando alunos com TDAH. Ao relacionar esses conceitos com a fabricação de materiais didáticos para alunos com Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH) e a utilização de materiais recicláveis na produção de papel indicador de pH, identificamos uma abordagem inovadora e acessível para o ensino de ciências. Essa integração entre ciência, educação inclusiva e sustentabilidade não apenas promove a compreensão dos alunos sobre os temas abordados, mas também os envolve em práticas criativas e conscientes.

Palavras-chave: Ensino de Ciências da Natureza, Experimentação, Prática docente.

Sumario

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
3. HIPÓTESE.....	11
4. OBJETIVO	12
4.1 Objetivo Geral	12
4.2 Objetivo específico	12
5. JUSTIFICATIVA.....	14
6. METODOLOGIA.....	15
6.1 Preparo dos extratos	15
6.2 Papel e vareta indicadores de pH	15
6.3 pH do solo	16
6.4 Aquarela de pH	16
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
8. CONCLUSÕES.....	22

1. INTRODUÇÃO

O Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH) é comumente diagnosticado em crianças e tem sido objeto de várias designações ao longo da história, incluindo Lesão Cerebral Mínima, Reação Hipercinética da Infância, Distúrbio do Déficit de Atenção ou Distúrbio de Hiperatividade com Déficit de Atenção/Hiperatividade (POETA & NETO, 2006). Diferentes estudos sobre o assunto indicam uma prevalência estimada de 5,29% entre indivíduos menores de 18 anos, 6,48% entre crianças em idade escolar e 2,74% entre adolescentes. Essas pesquisas revelam os resultados de uma análise de meta-regressão, que evidencia uma significativa heterogeneidade influenciada pelas diversas metodologias adotadas nos estudos (POLANCZYK, 2007).

Apesar do considerável número de estudantes com deficiências nas escolas, os avanços rumo à inclusão em sala de aula acontecem lentamente, tanto no ensino básico quanto no superior. Isso se deve em parte à falta de formação adequada por parte da maioria dos profissionais atuantes, conforme também destacado na literatura (ULIANA & MÓL, 2017; VILELA-RIBEIRO & BENITE, 2010). A educação inclusiva requer dos docentes não só especialização e formação contínua, mas também colaboração com outros profissionais, como intérpretes e especialistas em educação inclusiva, para desenvolver e aplicar metodologias e materiais didáticos que apoiem o processo de aprendizagem dos alunos com deficiências. No contexto do ensino de Química, a inclusão apresenta desafios específicos devido à natureza abstrata dos conceitos, à forte componente visual associada à prática científica, como gráficos, tabelas e equações, e à terminologia especializada da disciplina (BENITE, et al., 2014; SOUSA & SILVEIRA, 2012).

Os indicadores visuais são substâncias que mudam de cor conforme as características físico-químicas da solução em que estão presentes, influenciadas por fatores como pH, potencial elétrico, complexação com íons metálicos e adsorção em sólidos. Podem ser classificados de acordo com o mecanismo de mudança de cor ou os tipos de titulação em que são utilizados (ROSS, 1989). Os indicadores ácido-base, ou indicadores de pH, são substâncias orgânicas fracamente ácidas (indicadores ácidos) ou fracamente básicas (indicadores básicos) que exibem cores distintas em suas formas protonadas e desprotonadas, o que resulta em mudanças de cor conforme o pH da solução (BACCAN, et al., 1979; BÁNYAI, 1972).

O objetivo desta pesquisa é desenvolver e avaliar estratégias pedagógicas e materiais didáticos específicos para auxiliar o ensino de Química a alunos com Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH), visando promover a inclusão desses alunos e melhorar sua compreensão e desempenho na disciplina. Isso envolverá o desenvolvimento de abordagens pedagógicas adaptadas, a seleção e adaptação de recursos visuais e atividades práticas, bem como a avaliação da eficácia dessas estratégias por meio de estudos longitudinais e comparativos com alunos sem TDAH. O objetivo final é fornecer diretrizes práticas para educadores e profissionais da área da química que trabalham com alunos com TDAH, visando promover uma educação mais inclusiva e eficaz para todos os alunos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Educação Inclusiva e experimentação

Como princípio fundamental da Educação inclusiva, todas as crianças têm o direito de frequentar a mesma escola, participando e aprendendo juntas, independentemente de suas dificuldades e diferenças (BRASIL, 2007). Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.394/96 (BRASIL, 1996), as escolas inclusivas têm a responsabilidade de reconhecer as necessidades diversas de seus alunos, adaptar-se a diferentes estilos e ritmos de aprendizagem e garantir que todos alcancem um nível de aprendizado de qualidade por meio de projetos educacionais, programas de ensino variados e avaliações adequadas.

A educação inclusiva é respaldada pela Declaração Universal dos Direitos Humanos, que preconiza a igualdade no ensino entre os indivíduos, influenciando mudanças nas políticas educacionais (BRASIL, 2004).

O professor deve utilizar todas as ferramentas de ensino disponíveis para mitigar problemas de aprendizagem e promover discussão e reflexão sobre ideias e procedimentos (BRASIL, 2000). Para Piaget (1977), o conhecimento se constrói por meio da interação com o mundo real, não se limitando à reprodução, mas sim à assimilação e acomodação a estruturas anteriores, fundamentais para o desenvolvimento das estruturas subsequentes. Assim, a importância da Química na formação do conhecimento torna-se evidente quando se considera o ambiente cotidiano do aluno.

Roque Moraes (1998) define a experimentação como uma forma de testar e confirmar hipóteses, verificar fenômenos e adquirir conhecimento pela experiência. Inicialmente, a experimentação nas escolas brasileiras visava buscar novas tecnologias para o conhecimento científico, mas não foi inicialmente utilizada de forma pedagógica pelos professores. No entanto, a experimentação é fundamental para a consolidação do conhecimento dos estudantes.

Estudos sobre práticas pedagógicas, incluindo a experimentação, são amplamente discutidos. A experimentação é considerada essencial para o ensino por muitos professores (REGINALDO, SHEID E GÜLLICH, 2012). Segundo Paulo Freire (1997), é necessário vivenciar a teoria para compreendê-la, enfatizando a importância da experimentação sobre a simples memorização de informações. Portanto, a

integração de teoria e prática nas aulas de Química facilita a aquisição de conhecimento (CAPELETTO, 1992).

2.2 pH do solo

O intemperismo que ocorre no solo, por sua vez, segundo Sardinha e colaboradores (2019), pode ser considerado como fenômenos resultantes de ações dos elementos da natureza, como a água (H_2O), gás carbônico (CO_2) e temperatura. Esses compostos juntos podem acabar alterando os minerais primários das rochas e torná-los minerais secundários em solos residuais e soluções lixiviadas (SARDINHA, GODOY, CONCEIÇÃO, 2019), alterando a mineralogia e as propriedades físicas das rochas (LEÃO et al., 2017). Desta maneira, o intemperismo pode ser compreendido como uma perda geoquímica, em que os elementos químicos são retidos do solo (íons), principalmente pela ação das águas e drenados pelas bacias hidrográficas (SARDINHA, GODOY, CONCEIÇÃO, 2019).

As ações antrópicas do solo e ações de intemperismo podem influenciar na alteração do pH dos solos. Por isso, faz-se necessário compreender o conceito de pH do solo, para, posteriormente, entender como sua alteração é significativa. O potencial hidrogeniônico (pH) do solo pode ser determinado como a quantidade de íons H^+ presente em solução (YOSHIOKA & LIMA, 2005; ANTUNES et al., 2009). Em solos com íons trocáveis, que retêm íon H^+ , o solo tende a ficar mais ácido, como, por exemplo, solos ricos em alumínio (YOSHIOKA & LIMA, 2005). No entanto, solos com íons de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) tendem a ser mais básicos (YOSHIOKA & LIMA, 2005). A escala de pH vai de 0 a 14, indicando pH ácido (0 a 6), pH neutro (7) e pH alcalino (8 a 14) (YOSHIOKA & LIMA, 2005).

Os solos podem ser naturalmente ácidos em função da própria pobreza em bases do material de origem ou devido a processos de formação que favorecem a remoção de elementos básicos como K, Ca, Mg, Na (LOPES, SILVA & GUILHERME, 1991). De acordo com artigo publicado pelo GEPEQ (1998), a alteração de alguns minerais bem como o uso de alguns fertilizantes pode tornar o solo ácido, prejudicando o crescimento de alguns vegetais como a soja, o feijão e o trigo, e diminuir a ação de micro-organismos presentes nesse compartimento. Em regiões áridas e com pouca chuva, também pode ocorrer de o solo se tornar alcalino, o que pode ser prejudicial ao crescimento dos vegetais.

2.3 pH – Potencial Hidrogeniônico

A Química é uma disciplina que faz parte do programa curricular do ensino fundamental e médio. A aprendizagem de Química deve possibilitar aos alunos a compreensão das transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada, para que os estes possam julgar, com fundamentos, as informações adquiridas na mídia, na escola, com pessoas, etc. A partir daí o aluno tomará sua decisão e dessa forma, interagirá com o mundo enquanto indivíduo e cidadão (PCN's. MEC/SEMTEC, 1999).

O pH é comumente usado como uma medida da concentração de íons em química, bioquímica, ciência do solo, ciência do vinho e outros campos (MORGAN, 1997). Em química, pH uma escala numérica adimensional utilizada para especificar a acidez ou basicidade é de uma solução aquosa.

A rigor, o pH é definido como o logaritmo da atividade de íons hidrônio (IUPAC, 1997). As soluções com valores de pH menor que 7 são ácidas pois apresentam quantidade maior de íons hidrônio e soluções com valores maiores do que 7 são básicas pois apresentam quantidade menor de íons hidrônio em relação aos íons hidróxido. Embora não seja habitual, a escala pode assumir valores abaixo de zero, negativos ou acima de catorze quando se tratando de bases ou ácidos muito fortes (BUCK, 2002., LIM, 2006., IUPAC, 1997).

As medidas de pH são importantes em diversas outras áreas de conhecimento além da química, como agricultura, agronomia, aquicultura, biologia, engenharias: alimentícia, ambiental, civil, florestal, química, materiais, medicina, tratamento e purificação de água e muitas outras aplicações.

2.4 Histórico de extratos indicadores

O uso de indicadores de pH remonta a uma prática antiga, datando do século XVII, quando foi introduzido por Robert Boyle (BOYLE, 1972 a-b).

Boyle, nesse período, preparou um licor de violeta e notou que o extrato dessa flor adquiria coloração vermelha em meio ácido e verde em meio básico. Experimentando com papel branco, gotejou o licor de violeta sobre ele e, em seguida, algumas gotas de vinagre, observando a mudança da coloração para vermelho. Esses experimentos conduziram ao desenvolvimento dos primeiros indicadores de pH, tanto na forma de solução quanto em papel (BACCAN, et al., 1979; OESPER, 1964).

Naquela época, o conceito de ácidos e bases ainda não estava formalizado, o que só ocorreu no século XIX, com o trabalho do químico sueco Svante Arrhenius (ARRHENIUS, 1887). No entanto, Boyle descrevia ácidos como "qualquer substância que tornasse vermelho os extratos de plantas".

A partir das pesquisas de Boyle, o uso de extratos de plantas como indicadores tornou-se comum. Os extratos mais utilizados incluíam o de violeta e de um líquen chamado "litmus" em inglês e "tournesol" em francês (BÁNYAI, 1972). Durante o século XVIII, observou-se que nem todos os indicadores apresentavam as mesmas mudanças de cor.

Bergman, em 1775, notou que extratos de plantas azuis são mais sensíveis aos ácidos, apresentando uma variação gradual de cor que diferencia ácidos fortes de fracos (BERG, 1775). Por exemplo, o ácido nítrico torna o extrato vermelho, enquanto o vinagre não.

Em 1767, Willian Lewis utilizou pela primeira vez extratos de plantas para determinar o ponto final em titulações de neutralização. Antes disso, esses extratos eram empregados apenas na análise qualitativa de águas minerais (BOYLE, 1684; IORDEN, 1632; DUCLOS, 1731 apud BISHOP, 1972).

Em 1835, Marquat propôs o termo "antocianinas" para se referir aos pigmentos azuis encontrados em flores (IKAN, 1996). Somente no início do século XX, Willstätter e Robinson relacionaram as antocianinas aos pigmentos responsáveis pela coloração de diversas flores, observando suas variações de cor em função da acidez ou alcalinidade do meio (WILLSTÄTTER & EVERST, 1913; PRATT & ROBINSON, 1922), explicando assim as observações feitas por Boyle.

Atualmente, sabe-se que as antocianinas, pigmentos da classe dos flavonoides, são responsáveis pelas cores azul, violeta, vermelha e rosa de flores e frutas (TIMBERLAKE & BRIDLE, 1975; GROSS, 1987).

3. HIPÓTESE

Considerando a complexidade do Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH) e os desafios associados ao ensino de Química, acredita-se que a implementação de estratégias pedagógicas específicas e materiais didáticos adaptados pode melhorar significativamente o engajamento, compreensão e desempenho dos alunos com TDAH nessa disciplina.

Supõe-se que abordagens que integrem elementos visuais, atividades práticas e metodologias interativas possam ajudar a mitigar as dificuldades de concentração e foco desses alunos, promovendo uma aprendizagem mais eficaz e inclusiva. Além disso, espera-se que a colaboração entre educadores, profissionais de saúde e especialistas em educação inclusiva seja fundamental para o desenvolvimento e implementação dessas estratégias, garantindo que atendam às necessidades específicas dos alunos com TDAH. A validação dessa hipótese pode contribuir significativamente para a melhoria da qualidade do ensino de Química e para a promoção da inclusão educacional de alunos com TDAH em ambientes escolares.

4. OBJETIVO

4.1 Objetivo Geral

Investigar a viabilidade e eficácia de utilizar materiais recicláveis na fabricação de papel indicador de pH, visando sua aplicação como ferramenta educativa para alunos com Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH) em atividades práticas de laboratório.

4.2 Objetivo específico

Comparar diferentes métodos de extração de antocianinas de plantas, avaliando a eficiência e o rendimento de cada método.

Investigar as propriedades espectrofotométricas das antocianinas extraídas, incluindo espectros de absorção em diferentes faixas de pH.

Avaliar a estabilidade e a sensibilidade dos extratos de antocianinas como indicadores de pH em soluções ácidas, neutras e alcalinas.

Testar a aplicabilidade dos indicadores de pH de origem vegetal em experimentos práticos de laboratório, como titulações ácido-base e análise de pH em soluções desconhecidas.

Investigar diferentes tipos de materiais recicláveis adequados para a fabricação de papel indicador de pH, levando em consideração sua disponibilidade, custo e propriedades físicas.

Desenvolver e otimizar métodos de fabricação de papel indicador de pH utilizando materiais recicláveis, incluindo processo de preparação da matéria-prima, formulação da massa de papel e técnica de fabricação.

Avaliar as propriedades físicas e químicas do papel indicador de pH fabricado, incluindo capacidade de absorção de líquidos, estabilidade da cor e faixa de sensibilidade ao pH.

Testar a eficácia do papel indicador de pH em atividades práticas de laboratório, como análise de soluções ácido-base, titulações e identificação de substâncias desconhecidas.

Avaliar a receptividade e o impacto do uso do papel indicador de pH fabricado em alunos com TDAH, através de observação de comportamento, feedbacks e desempenho em atividades práticas.

Espera-se que os resultados deste projeto forneçam uma solução inovadora e acessível para a fabricação de materiais didáticos inclusivos, contribuindo para a melhoria da experiência de aprendizagem de alunos com TDAH em disciplinas de ciências, ao mesmo tempo em que promove a conscientização ambiental e a reutilização de materiais recicláveis.

5. JUSTIFICATIVA

Considerando a necessidade de desenvolver métodos inclusivos e acessíveis para o ensino de ciências, especialmente para alunos com TDAH, este projeto propõe-se a explorar a fabricação de papel indicador de pH utilizando materiais recicláveis como base. O uso de indicadores de pH em atividades práticas de laboratório pode proporcionar uma experiência sensorialmente estimulante e envolvente, ajudando a captar a atenção e o interesse dos alunos com TDAH.

Além disso, a utilização de materiais recicláveis promove a consciência ambiental e incentiva a sustentabilidade na educação. Considerando a importância histórica e científica dos indicadores de pH, especialmente aqueles derivados de extratos vegetais, este projeto propõe-se a explorar métodos de extração de antocianinas de diversas plantas, como violetas e líquens, e investigar sua eficácia como indicadores de pH em soluções aquosas.

Dado o crescente interesse em alternativas naturais e sustentáveis na indústria química, o desenvolvimento de indicadores de pH derivados de fontes vegetais pode representar uma abordagem promissora e eco-friendly para aplicações em laboratórios, escolas e indústrias.

6. METODOLOGIA

6.1 Preparo dos extratos

Para darmos início ao projeto, foi preparado extratos de substâncias indicadoras de pH, estas sendo repolho roxo, hibisco, açaí, casca de jabuticaba e de uva, palmeira juçara e amora. Os aditivos foram pesados e processados juntamente com água, utilizando 100 gramas do material *in natura* para 1L de água, o extrato passara por coagem antes de ser utilizado, uma parte foi separada e rotulado como extrato Puro e o restante foi diluído 1:1 para ser testado, sendo rotulado como diluído.

Tabela 1: Tratamentos utilizados no decorrer do trabalho.

Tratamentos	
T1	Repolho roxo
T2	Hibisco
T3	Açaí
T4	Casca de Jabuticaba
T5	Casca de Uva
T6	Palmeira Juçara
T7	Amora

Fonte: O autor (2024).

6.2 Papel e vareta indicadores de pH

Em seguida coletaremos o papel toalha que foram utilizados no laboratório para a secagem de vidraria, após a coleta, estes foram picados em pedaços menores, colocados em uma bacia juntamente com os extratos e deixados em repouso por aproximadamente 24 horas. Cada extrato foi testado separadamente.

Após o período de descanso, a mistura foi processada em um moinho de facas, a proporção utilizada é uma 1/3 de papel para 2/3 de extrato puro. Após processada alocaremos a mistura de volta a bacia e foi coberta com o extrato, esperássemos a mistura decantar e com um auxílio de uma peneira uma pequena camada de massa foi retirada.

O excesso de extrato foi retirado, assim que a massa estiver apenas úmida, colocaremos em uma superfície plana e ficará em repouso por mais 24 horas, após

esse período colocaremos a massa em uma prensa. Após prensado o papel está pronto.

Utilizando o restante da massa dos papéis, retirou-se o excesso de extrato, criando uma espécie de papel machê tingido com o extrato, esse foi moldado entorno da ponta de um palito de madeira. Para facilitar a mobilidade deste e a aferir o pH em substancias que estão em locais de difícil acesso.

Para testar a eficiência do papel feito, utilizaremos reagente ácidos básicos e neutros sendo esses: limpa alumínio, soda cáustica diluída, bicarbonato, vinagre e multi-uso esses reagentes foram colocados sob o papel e observaremos as mudanças na coloração. Todo o processo foi registrado em fotografias e a avaliação foi visual.

6.3 pH do solo

Para este teste coletou-se 4 diferentes tipos de solo, de localidades e colorações distintas, sendo esses, terra vermelha, terra preta, cinza e areia. Essas amostras foram separadas e rotuladas.

Para aferir o pH de cada uma destas utilizou-se erlemayers, funis de vidro e coadores de papel, montando uma estação para cada tipo de terra e cada tipo de extrato, totalizando 56 amostragens entre extratos puros e diluidos, 10 gramas dos solos foram colocados em cada funil sobre o papel coador. Utilizou-se 50 ml de extrato em cada um dos solos, tomando cuidado para não agitar o solo ou utilizar extrato de mais. Os resultados foram registrados por meio de fotografias.

6.4 Aquarela de pH

A aquarela de pH consistiria em um conjunto de papéis indicadores de pH feitos a partir de materiais recicláveis, os quais mudam de cor em diferentes faixas de acidez ou alcalinidade. Os alunos poderiam criar suas próprias aquarelas de pH, experimentando com diferentes materiais e soluções para observar as variações de cor e entender os conceitos de ácidos e bases de uma maneira visual e interativa.

Além de ser uma atividade prática e sensorialmente estimulante, a criação de aquarelas de pH utilizando materiais recicláveis promoveria a consciência ambiental e o uso sustentável de recursos. Os alunos poderiam explorar a química dos materiais ao seu redor, entendendo como diferentes substâncias afetam o pH e as propriedades das cores. Isso poderia ser especialmente benéfico para alunos com TDAH, pois

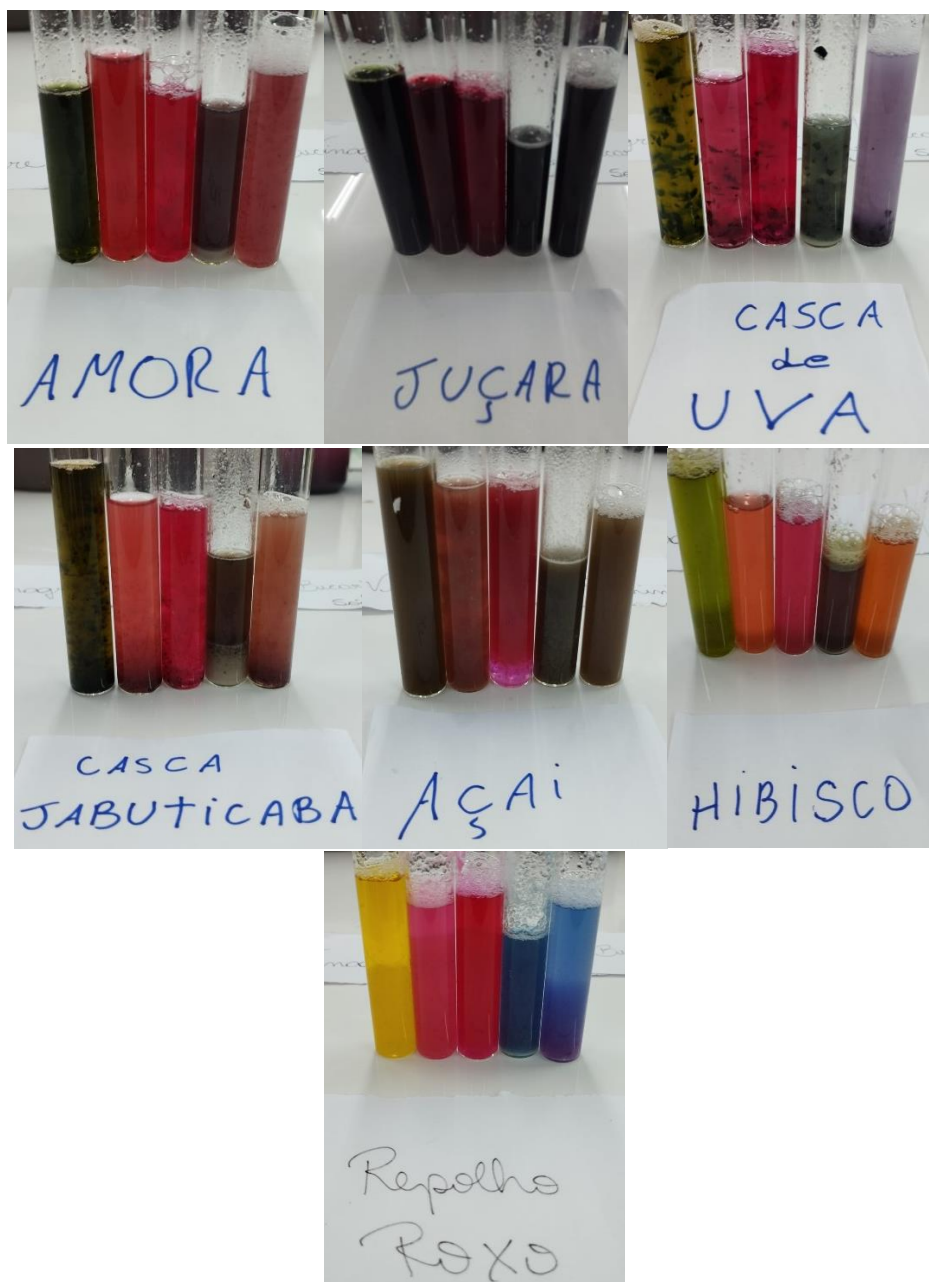
envolve uma abordagem prática e criativa que pode ajudar a manter sua atenção e interesse durante as atividades de aprendizagem.

Além disso, a aquarela de pH ofereceria uma oportunidade para os alunos explorarem sua criatividade e expressão artística, combinando ciência e arte de uma maneira única. Eles poderiam criar pinturas e obras de arte usando as cores geradas pelos papéis indicadores de pH, ao mesmo tempo em que aprendem sobre os princípios fundamentais da química. Essa abordagem integrada poderia ajudar a reforçar os conceitos aprendidos e tornar a experiência de aprendizagem mais significativa e memorável para os alunos.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo ainda está em andamento, porém os resultados encontrados até do dado momento, demonstram que todos os extratos utilizados até o dado momento, indicaram satisfatoriamente o pH, mesmo que, em suas próprias colorações distintas quando expostas aos reagentes.

Imagem 1: Extratos expostos aos reagentes, comparando as cores pode-se notar um padrão de colorações, com diferentes intensidades.



Fonte: Elias Tonial Correia.

Quanto aos testes de pH do solo, todos os extratos demonstraram diferentes colorações quando expostos a diferentes tipos de solo, isso pode se dar a

concentração de ferro ou oxidação de cada um dos solos. Variado apenas a coloração de cada um dos solos testados.

Imagem 2: Solução de Palmito Juçara expostas aos reagentes básicos e ácidos.



Fonte: Elias Tonial Correia.

A análise dos tipos de solo e suas interações com os indicadores naturais forneceu insights valiosos, apoiando as descobertas de Sánchez et al. (2018), que estudaram como os componentes do solo podem afetar a resposta dos indicadores de pH naturais, ressaltando a importância de compreender a química do solo em estudos ambientais.

Todos os papeis confeccionados se mostraram promissores, tanto em resistência quanto em textura, além do seu potencial indicador. sendo resistente o suficiente para manuseio comum. Além de a mudança esperada de cor quando

expostos a agentes ácidos e básicos, cores essas compatíveis com as cores encontradas no teste com os extratos e reagentes.

A fabricação de papéis indicadores de pH utilizando materiais recicláveis apresentou resultados promissores e inovadores, alinhando-se com o crescente interesse por alternativas sustentáveis na educação e na ciência. O uso de extratos naturais como indicadores de pH é suportado por estudos como o de Cai et al. (2020), que destacam a eficácia dos pigmentos naturais, como antocianinas, na detecção de mudanças de pH devido à sua capacidade de alterar a cor em resposta a variações de acidez e alcalinidade.

A abordagem educacional que integra materiais recicláveis e extratos naturais está de acordo com os princípios da educação ambiental defendidos por Filho et al. (2018), que enfatizam a necessidade de métodos de ensino que promovam a sustentabilidade e a conscientização ambiental entre os estudantes. Os resultados deste estudo demonstraram que os extratos naturais testados foram eficazes na indicação de pH, o que está em linha com os achados de Meléndez-Martínez et al. (2015), que investigaram a aplicação de corantes naturais como alternativas aos indicadores químicos tradicionais devido à sua segurança e impacto ambiental reduzido.

Além disso, a durabilidade e funcionalidade dos papéis indicadores recicláveis foram destacadas, o que é essencial para seu uso prático em contextos educacionais, conforme discutido por Majd et al. (2019), que exploraram a viabilidade de materiais didáticos sustentáveis em ambientes de aprendizagem ativa. Princípios defendidos e difundidos por Freire (1996), que aponta os benefícios de incentivar o aprendizado prático com os saberes do dia a dia incentivando a curiosidade dos educandos, sobre os princípios que regem suas realidades.

Quanto a Aquarela é importante ressaltar a integração de ciência, arte e educação ambiental por meio da criação de aquarelas de pH promove uma experiência de aprendizagem interdisciplinar. Essa abordagem é defendida por Azevedo et al. (2019), que destacam a importância de conectar diferentes áreas do conhecimento para enriquecer o aprendizado e desenvolver habilidades críticas nos estudantes.

Finalmente, a pesquisa também se destaca por sua contribuição para práticas pedagógicas inclusivas, beneficiando alunos com diferentes estilos de aprendizagem, especialmente aqueles com TDAH. Isso está em consonância com os estudos de

Alqahtani et al. (2020), que enfatizam a importância de estratégias educacionais diversificadas e envolventes para atender às necessidades variadas dos alunos.

8. CONCLUSÕES

A pesquisa sobre a fabricação de papéis indicadores de pH a partir de materiais recicláveis e extratos naturais revelou-se bem-sucedida e inovadora, demonstrando que essa abordagem pode ser eficaz não apenas como ferramenta educacional, mas também como alternativa sustentável aos indicadores químicos tradicionais. Os extratos de repolho roxo, hibisco e açaí mostraram-se eficazes em indicar variações de pH, refletindo suas propriedades como fontes ricas em antocianinas e outros pigmentos naturais que alteram a coloração em resposta a mudanças no pH.

Os papéis indicadores produzidos foram avaliados positivamente em termos de resistência, textura e funcionalidade, sendo adequados para aplicações práticas em contextos educacionais. Essa inovação tem o potencial de enriquecer o ensino de ciências, integrando conceitos de sustentabilidade e ciência ambiental ao currículo escolar, enquanto promove a conscientização sobre a importância da reciclagem e do uso responsável de recursos naturais.

A implementação dessa metodologia em salas de aula pode facilitar a aprendizagem ativa e interdisciplinar, permitindo que os estudantes explorem a ciência de maneira prática e envolvente, além de fomentar a criatividade através da criação de aquarelas de pH. Adicionalmente, a pesquisa destaca o valor das práticas pedagógicas inclusivas, capazes de atender às diversas necessidades de aprendizagem dos alunos, incluindo aqueles com TDAH.

Por fim, a pesquisa não apenas contribui para a literatura acadêmica sobre métodos educacionais sustentáveis, mas também oferece uma solução prática e ecologicamente correta que pode ser adotada em diversas instituições de ensino. Futuras investigações poderiam explorar a aplicação dessa metodologia em diferentes contextos ambientais e educacionais, ampliando ainda mais seu impacto e escopo.

REFERÊNCIAS

ALQAHTANI, M. M.; ALMOUSSA, N. M.; ALSHAMMARI, R. I.; ALQAHTANI, S. A. Inclusive teaching strategies for students with ADHD: Implications for classroom practice. **Journal of Attention Disorders**, v. 24, n. 7, p. 1003-1014, 2020.

ANTUNES, M.; ADAMATTI, D. S.; PACHECO, M. A. R.; GIOVANELA, M. pH do Solo: Determinação com Indicadores Ácido-Base no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 31, p. 283-287, 2009.

ARRHENIUS, S.; Z. **Phys. Chem.** 1887, 1, 631.

AZEVEDO, I. C.; CASTRO, M. J.; MOREIRA, J. L. Interdisciplinary education and the development of critical skills. **Journal of Education for Teaching**, v. 45, n. 4, p. 409-424, 2019.

BACCAN, N.; ANDRADE, J. C.; GODINHO, O. E. S.; BARONE, J. S.; **Química Analítica Quantitativa Elementar**, 2ª ed., Ed. Unicamp: Campinas, 1979, p. 46.

BÁNYAI, E. Em Indicators; Bishop, E., ed.; **Pergamon Press: Oxford**, 1972, p. 1.

BENITE, A. M. C. et al. O Diário Virtual Coletivo: Um Recurso para Investigação dos Saberes Docentes Mobilizados na Formação de Professores de Química de Deficientes Visuais. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 36, p. 61-70, 2014.

BERG, T. Em Preface to SCHEFFER, H. T., **Chemische Föreläsningar; Uppsala**, 1775, conforme citação em Rancke Madsen, E.; The Development of Titrimetric Analysis Till 1806; Copenhagen, 1958, p. 68.

BOYLE, R., Short Memoirs for the Natural Experimental History of Mineral Waters, London, 1684 apud Bishop, E., ed.; Indicators; **Pergamon Press: Oxford**, 1972, p. 8.

BOYLE, R.; Experiments upon Colors, vol. 2, London, 1663 apud Bishop, E., ed.; Indicators; **Pergamon Press: Oxford**, 1972, p. 2. 5. A

BOYLE, R.; Works, vol. 2; London, 1744, p. 53 apud Bishop, E., ed.; Indicators; **Pergamon Press: Oxford**, 1972, p. 2. B

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei nº 9.394, de 20/12/1996**. Fixa diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, nº 248, de 23/12/1996.

BRASIL. **Ministério da Educação**. Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva. Brasília: SEESP, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. **Proposta de Diretrizes para a formação de professores da Educação Básica, em curso de nível superior: versão preliminar**. Maio de 2000. Brasília, 2000.

BRASIL. **Ministério da Educação**. Secretaria de Educação Especial. Documento subsidiário à política de inclusão. Brasília: SEESP, 2007.

CAI, J.; HUANG, J.; CHEN, Y.; ZHANG, L.; XIE, H.; SONG, M. Development and application of natural pigments as pH indicators. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 8, n. 5, p. 104025, 2020.

CAPELETTO, A. **Biologia e Educação ambiental: Roteiros de trabalho**. Editora Ática, 1992. p. 224.

DUCLOS, S.; *Mném Acad. Roy. Sci. Paris, (Depuis 1666, jusqu'à 1699)*, 1731, 4, 43 apud Bishop, E., ed.; Indicators; **Pergamon Press: Oxford**, 1972, p. 8. 10.

FILHO, W. L.; BRANDLI, L. L.; AZEITEIRO, U. M.; CARVALHO, M. L. Trends in the integration of environmental education in schools. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 19, n. 3, p. 387-403, 2018.

GEPEQ. Experiências sobre solos. **Química Nova na Escola**, n. 8, p. 39-41, 1998.

GROSS, J.; Pigments in Fruits, **Academic Press: London**, 1987, p. 59.

IKAN, R.; **Natural Products - A Laboratory Guide**, Israel University Press: Jerusalém, 1969, p. 17.

IORDEN, E.; *A Discourse of Natural Bathes and Mineral Waters*, 2nd ed., London, 1632 apud Bishop, E., ed.; Indicators; **Pergamon Press: Oxford**, 1972, p. 8. 11.

LEÃO, M. F.; BARROSO, E. V.; POLINANOV, H.; MARQUES, E. A. G. M.; VARGAS Jr, E. do A.; FIGUEIREDO, V. D. de. Aspectos Mineralógicos, Químicos e Físicos de Frente de Intemperismo em Filtro da Formação Batatal, Quadrilátero Ferrífero, **Anuário do Instituto de Geociências –UFRJ**, Vol. 40, p. 398-406, 2017.

LOPES, A.S.; SILVA, M.C. e GUILHERME, L.R.G. **Boletim técnico nº 1: acidez do solo e calagem**. 3 ed. São Paulo: ANDA, 1991.

MAJD, N. A.; KHALILI, M.; ABBASI, F.; JAHANGIRI, M.; FATHABADI, Z. D. Design and implementation of sustainable educational materials in active learning environments. **Sustainability**, v. 11, n. 22, p. 6221, 2019.

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Application of natural colorants in foods: anthocyanins. **Natural Colorants for Food and Nutraceutical Uses**, p. 113-141, 2015.

MORAES, R. **O significado da experimentação numa abordagem construtivista: O caso do ensino de ciências**. In: BORGES, R. M. R.; MORAES, R. (Org.) *Educação em Ciências nas séries iniciais*. Porto Alegre: Sagra Luzzato. 1998. p. 29-45.

MORGAN, E. L. Automated biomonitoring applications to remote water quality stations and satellite data retrieval: new developments in achieving real-time biosensing for watershed management. **ASME Pap**, n. 79 -ENAS-41, 1979.

OESPER, R. E.; *J. Chem. Educ.* 1964, 5, 285.

PARÂMETROS Curriculares Nacionais (PCN) – Ensino Médio; Ministério da Educação, 1999.

PIAGET, J. **O desenvolvimento do pensamento:** equilibração das estruturas cognitivas. Lisboa: Dom Quixote, 1977.

POETA, L.S. E NETO, F.R. (2006). Estudo epidemiológico dos sintomas do transtorno do déficit de atenção/hiperatividade e transtornos de comportamento em escolas da rede pública de Florianópolis usando a EDAH. **Rev. Bras. Psiquiatr.**, 26 (3), 150-155.

POLANCZYK, G. de L. The Worldwide Prevalence of ADHD: A Systematic Review and Metaregression Analysis. **Am J Psychiatry** 164: 942- 948, 2007.

PRATT, D. D.; ROBINSON. R.; J. **Chem. Soc.** 1922, 1577.

REGINALDO, C. C.; SHEIDE, N. J.; GÜLLICH, R. I. C. **O ENSINO DE CIÊNCIAS E A EXPERIMENTAÇÃO.** IX ANPEDSUL, Caxias do Sul, 2012.

ROSS, E. Em **Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry**; Elvers, B.; Hawkins, S.; Ravenscroft, M.; Schulz, G., eds.; VCR: New York, 1989, p. 127.

SÁNCHEZ, M.; BAENA, J. R.; CARRILLO, F.; SÁNCHEZ, E. M.; CÓRDOBA, M. H. Influence of soil components on the effectiveness of natural pH indicators. **Environmental Science & Technology**, v. 52, n. 16, p. 9206-9214, 2018.

SARDINHA, D. Souza; GODOY, L. H.; CONCEIÇÃO, F. T. Taxa de intemperismo químico e consumo de CO₂ em relevo cuneiforme com substrato basáltico e arenítico no estado de São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto de Geociências**, v. 19, p. 177-134, 2019.

SOUSA, S. F.; SILVEIRA, H. E. Terminologias Químicas na Libras: a utilização de sinais na aprendizagem de alunos surdos. **Química Nova na Escola**, v. 33, p. 37-46, 2012.

TIMBERLAKE, C. F.; BRIDLE, P. Em **The Flavonoids**; HARBONE, J. B.; MABRY, T.J. MABRY, H., ed.; Academic Press: New York, 1975, p. 215. 16.

ULIANA, M. R; MÓL, G. S. O processo educacional de estudante com deficiência visual: uma análise dos estudos de teses na temática. **Revista Educação Especial**, v. 30, n. 57, p. 145-162, jan./abr. 2017.

VILELA-RIBEIRO, E. B.; BENITE, A. M. C. A educação inclusiva na percepção de professores de Química. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, p. 341-350, 2010.

WILLSTÄTTER, R.; EVERST, A. E.; **Justus Liebigs Ann. Chem.** 1913, 401, 189. 14.

YOSHIOKA, M. H.; LIMA, M. R. de. Experimentoteca de solos: pH do solo. **Projeto de Extensão Universitária Solo na Escola:** Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR, 2005.