

Universidade Federal de Uberlândia

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

2014

Produto Educacional
Projeto didático-pedagógico interdisciplinar



Paulo Vitor Teodoro de Souza

Orientador: Prof. Dr. Hélder Eterno da Silveira

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Iara Maria Mora Longhini

PROJETO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO INTERDISCIPLINAR

ORIENTAÇÃO AO LEITOR

Prezado professor, este projeto didático-pedagógico tem a finalidade de lhe auxiliar em suas aulas para desenvolver trabalhos inerentes a Química, a Física, a Biologia, a Matemática, a Geografia e a Educação Ambiental (EA). Para tanto, será exposta uma breve consideração de como este projeto foi elaborado. É importante ressaltar que, inicialmente, será mostrado o projeto didático-pedagógico para ser aplicado em escolas que possuam um lago e/ou uma nascente em suas dependências. Em seguida, será apontada a extrapolação do projeto para que esse também possa ser utilizado em outros contextos escolares. As reflexões, bem como a trajetória desse produto educacional podem ser encontradas na dissertação intitulada “Trajetória da Construção de um Projeto Interdisciplinar na Escola: Em Foco a Educação Ambiental”.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Em 2012, a direção de uma instituição privada, em Uberlândia/MG, confiou em meu trabalho e oportunizou-me uma turma de 9.º Ano do ensino fundamental para ministrar aulas de ciências/química. Fiz o mapeamento da instituição e percebi que havia uma área verde disponível para práticas pedagógicas e que não estava sendo utilizada. Além da área verde, no fundo da escola, ainda constava uma nascente e um lago que muitos professores e alunos não sabiam da existência. Aquilo me intrigou e fez com que eu tomasse providências respaldadas em minhas práticas pedagógicas.

Iniciei meu trabalho com a turma de 9.º Ano e, desde o início, chamei a atenção dos alunos para aquela área que existia na escola. Fui refletindo e pensando sobre aquele ambiente e, em junho de 2012, conversei com a direção da escola sobre aquele espaço esquecido e mostrei um pequeno planejamento de ações que poderiam vir a ser desenvolvidas com os alunos do 9.º Ano. Planejei algumas atividades com eles, de modo que os estudantes fossem inseridos no espaço e pudessem estudar sobre os conteúdos químicos e de ciências trabalhados naquela série, além de refletirem sobre a importância de cuidarmos daquele ambiente.

Nessa perspectiva, em 2012, fiz um trabalho no lago e na nascente da instituição onde a pesquisa do mestrado foi realizada, no qual os alunos poderiam se apropriar daquele espaço para ter as aulas de química articuladas com outras áreas do

conhecimento. Para isso, conduzi os estudantes à estação de tratamento de água do Departamento Municipal de Água e Esgoto, do município de Uberlândia, para conhecerem todo o processo de tratamento da água; levei os discentes até o lago e à nascente que a escola possui em suas dependências, com o intuito de interagir com o meio e propor possíveis soluções; mobilizei os alunos e funcionários da escola para a retirada dos lixos presentes nas redondezas do lago e da nascente; juntamente com os alunos, restauramos a cerca que circunda o lago; visitamos o Parque do Sabiá (parque ecológico localizado em Uberlândia) para receber mudas de árvores que foram plantadas ao redor do lago e da nascente; calculamos a área local, bem como a área do espaço que necessitava receber a recomposição da mata ciliar; plantamos árvores e gramas para impedir o aumento do assoreamento; realizamos análises químicas da água na própria nascente, como pH, demanda química de oxigênio (DQ), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); fizemos análises químicas do solo no próprio laboratório da escola a partir de técnicas conhecidas como titulação, calculando a quantidade de matéria orgânica presente no solo; elaboramos um projeto de paisagismo sobre a decoração que poderia ser realizada no lago; e, por fim, apresentamos o trabalho à comunidade escolar. Por meio da avaliação que fiz durante todo o desenvolvimento das atividades, os alunos mostraram que gostaram da participação e, por isso, já tinha a certeza de que eu precisaria continuar com essa proposta.

Iniciei uma pesquisa em Ensino de Ciências voltado para uma prática pedagógica em Educação Ambiental (EA). É importante salientar que a escolha do tema de pesquisa, como campo de investigação, se deu, inicialmente, por dois motivos: o primeiro, pela inquietação de uma nascente e um lago na escola, sendo inutilizados pela comunidade escolar e, o segundo, por ser meu local de trabalho até 2014, onde desempenhei o papel de professor.

Fiz um levantamento bibliográfico e iniciei a pesquisa no âmbito do Ensino de Ciências e Educação Ambiental, visando à construção de um produto (uma proposição) que classificamos como um projeto de intervenção didático-pedagógica em um ambiente que integra a comunidade escolar. Entretanto, para a construção desse projeto, foram percebidos vários pontos que desfavoreciam o envolvimento dos professores para a sua concretização, já que almejávamos estratégias interdisciplinares.

A proposta do projeto pedagógico para a apropriação do lago e da nascente no processo de ensino e aprendizagem, da instituição onde a pesquisa foi realizada, envolve diretamente os professores e alunos do 9.º Ano do ensino fundamental. Esses poderão

aprender EA no próprio meio em que estão inseridos, posto que a escola possui uma área, não construída, de 8.100 m².

Assim, neste projeto interdisciplinar, é uma proposta de EA a partir de ações conjuntas com os professores da Educação Básica de uma instituição privada – situado no município de Uberlândia/MG. Além disso, o projeto pedagógico construído mescla diferentes áreas do conhecimento, como ciências químicas, físicas e biológicas, matemática e geografia, buscando, assim, um ensino interdisciplinar. Faz-se necessário pontuar que, em cada disciplina, existem assuntos que permitem vínculos com outras. Por exemplo, conteúdos da biologia são comumente associados a assuntos da química ou da física, mesmo porque os temas dessas matérias são desenvolvidos na mesma área de conhecimento no ensino fundamental, ciências. Não apenas essas disciplinas, mas, por exemplo, a geografia pode ser diretamente trabalhada com temas relacionados ao ambiente. Nessa perspectiva, trata-se da construção de um saber a respeito da realidade, recorrendo-se às potencialidades de diferentes áreas do conhecimento.

A proposta de atividade pedagógica também se faz com o objetivo de mobilizar a comunidade escolar para a formação de cidadãos mais justos e preocupados com o ambiente¹, de forma que sejam desenvolvidos neles conceitos e valores ligados à EA de uma forma diferenciada daquela apresentada nos livros didáticos.

Nesse contexto, os alunos e professores da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio poderão usufruir deste espaço para desenvolverem conteúdos referentes à vegetação e aos animais, como patos, galinhas, peixes, pássaros, além de possibilitar a aplicação de atividades de lazer, como a pesca esportiva.

As disciplinas escolares, normalmente, são estudadas como conteúdo fragmentado e sem utilidade na vida real fora da escola, como é citado por Morales (2012), “A Ciência moderna funda-se na objetividade, na qual o universo é constituído de objetos isolados, o que fez prevalecer um pensamento reducionista e fragmentado” (p. 33). Com a proposta de trabalho, aplicando os conteúdos escolares, os jovens poderão aprender que a responsabilidade é de todos e, ainda, que os atos de cada um refletem sobre o futuro de toda a humanidade.

Dessa forma, a partir das minhas inquietações sobre o espaço esquecido pela comunidade escolar, o lago e a nascente, percebi que a EA poderia ocorrer a partir da

¹ Faz-se necessário pontuar que o termo meio ambiente é redundante, já que meio e ambiente são palavras sinônimas. Assim, neste projeto didático-pedagógico, não será adotado a expressão “meio ambiente”, salvo no caso de citação direta.

inserção dos alunos no próprio ambiente escolar, tendo possibilidade de trabalhar outros conteúdos, como biologia, geografia, matemática, física e artes, em uma vertente interdisciplinar. Além do projeto didático-pedagógico interdisciplinar, será apresentada também uma extrapolação da proposta pedagógica, para que possa ser desenvolvida em outros contextos escolares.

DISCIPLINAS ENVOLVIDAS

- Matemática, química e biologia

DURAÇÃO

- Dezoito aulas divididas em três momentos: apresentação da proposta para os alunos; visita ao Parque Municipal Victorio Siquierolli; desenvolvimento da intervenção; e, avaliação.

PÚBLICO ALVO

- Turmas do 9.º Ano do ensino fundamental.

OBJETIVOS

Geral

Apropriar do lago e da nascente que a escola possui em suas dependências para ensinar conteúdos de Ciências e Matemática, bem como inserir os alunos em momentos de reflexões sobre a Educação Ambiental.

Específicos:

- Trabalhar conteúdos químicos, relacionados ao assunto e à prática do projeto, como substâncias inorgânicas, pH, indicadores ácido-base, soluções, separação de misturas;
- Promover aulas práticas que levem os alunos a realizarem procedimentos no próprio ambiente escolar, como coleta de amostra, identificação de pH e o uso de indicadores;

- Realizar aulas experimentais para o cálculo de concentração de matéria orgânica no solo;
- Articular a Educação Básica com o Ensino Superior, através de experimentos mais complexos que possam ser realizados em laboratórios do Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia, como demanda química e bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido, turbidez e matéria orgânica;
- Propor estratégias didáticas-pedagógicas para utilização frequente do lago e da nascente na disciplina de química, biologia e matemática;
- Trabalhar conteúdos matemáticos, como média aritmética, escolha de amostragens, cálculos de área e aproximações de figuras geométricas;
- Estudar a biodiversidade, vegetação e solo apropriados para as aproximações de um lago;
- Introduzir o conteúdo “Ecologia” a partir das interações dos seres vivos com o ambiente;
- Inserir os alunos no trabalho cooperativo;
- Estudar o surgimento de uma nascente;
- Inserir os alunos em momentos de reflexões sobre a educação ambiental que considera o ser humano como parte de uma sociedade.

CRONOGRAMA DE AULAS

1.º momento: Uma aula de 50 min: Apresentação do projeto

Neste momento, os professores se reúnem em uma sala da escola com as turmas do 9.º Ano para a apresentação do projeto. A sugestão é que, nesta aula, os professores apontem a situação problema para os alunos, um lago e uma nascente na própria instituição sem os devidos cuidados.

Esta problemática já foi evidenciada em trabalhos anteriores apresentados em Feiras de Ciências da escola. Assim, os professores apresentarão o espaço que será apropriado nas próximas aulas, tanto nas disciplinas de química, matemática/robótica e biologia.

Ainda nesta aula, será mostrado um vídeo sobre biodiversidade. Nesse vídeo é mostrada a variedade de biomas e faunas brasileiras, com o Brasil representando a

maior biodiversidade do planeta. Além disso, o vídeo aponta as diversas espécies de plantas de importância econômica mundial para o Brasil.

2.º momento: Quatro aulas de 50 minutos

Os professores levam os alunos para uma visita em um parque da cidade de Uberlândia, “Parque Municipal Victorio Siquierolli”. Este Parque possui uma área de 232.300 m² e possui a finalidade de proteger os recursos naturais, com sua utilização para práticas educacionais, científicas e recreativas. O Parque incentiva programas educativos voltados para conservação de recursos naturais e uso sustentável pela sociedade, além de oferecer subsídios a pesquisas científicas e EA.

Nas dependências do Parque tem um museu que se constitui em um espaço de educação não-formal, voltado para o ensino de temas relacionados a EA, podendo ser utilizado tanto por alunos, quanto por professores, contribuindo assim em sua formação continuada.

No Parque, os visitantes conhecem um pouco do ambiente, animais e plantas do Cerrado e dos perigos que ameaçam o equilíbrio deste ecossistema. Desta forma, a visita ao Parque estimula o respeito ao meio e a busca de maneiras de protegê-lo. Além disso, o museu de biodiversidade do cerrado possui um acervo de materiais destinados ao ensino de ciências e EA.

Ao visitar o Parque, os estudantes e professores podem participar das atividades dentro do museu de biodiversidade do cerrado, visitar as trilhas ecológicas, aproveitar o teatro de arena, desfrutar da paisagem e fazer piqueniques.

O Parque Victorio Siquierolli trata de uma área remanescente do Cerrado, com grande unidade de conservação, pois além de garantir a preservação da vegetação, favorece sua recuperação e manutenção da qualidade da água dos córregos, preservando o abrigo e a alimentação da fauna local.

Neste sentido, a visita teria o objetivo dos alunos conhecerem a cultura do Parque. A partir disso, fazer uma comparação do parque com o ambiente que a escola possui em suas dependências, assim, os estudantes podem compreender o parque, uma nascente e um lago, por exemplo, como um local de preservação e, também, como um espaço que integra a sociedade. Isso implica que o ambiente não precisa ficar “excluído” das pessoas, mas essas fazerem parte do ambiente.

3.º momento: Quatro aulas de 50 minutos para cada professor (Química, Biologia e Matemática)

Aulas de Biologia:

Em um primeiro momento, o professor conduz os alunos até o lago ou a nascente para que eles possam refletir e apontar suas concepções sobre o espaço. Em seguida, será solicitado aos alunos fazerem uma produção textual expondo suas concepções sobre essa primeira impressão, sendo isso, parte da avaliação. A partir disso, o professor pode se apropriar das ideias dos estudantes sobre o lago que a escola possui e direcionar ou adaptar o trabalho a ser continuado.

Em uma próxima aula, o professor discute com os alunos sobre a importância de uma nascente para a cidade e se a nascente, que tem nas dependências da escola, influencia para a comunidade. Além disso, o docente também discutirá sobre o surgimento da nascente, bem como seu significado. Diante disso, o professor trabalha o ciclo hidrológico da água, justificando a existência da nascente.

Notadamente, a água movimenta-se em ciclos hidrológicos, modificando o seu estado de agregação. Neste processo ela é evaporada do solo, dos mares, dos lagos e rios e, em seguida, é transpirada pelo planeta por ação do calor e do vento, gerando a formação das nuvens (ADUAN, VILELA e REIS JÚNIOR, 2004). A partir destas, originam-se as chuvas, também conhecidas, em termos técnicos, como precipitação. Uma parte dessas chuvas infiltra-se no solo enquanto outra escorre sobre a terra, retornando para lagos, rios e mares. A água da chuva infiltrada no solo abastece o lençol freático e, ali, se acumula por se localizar sobre uma camada impermeável. Quando tal camada tem água acumulada, esta encontra a superfície do solo, fazendo surgir a nascente.

Na terceira aula de biologia, o professor discute com os alunos sobre Ecologia, abordando as relações dos seres vivos entre si e com o ambiente. Assim, o professor pode, também, partir do contexto de uma nascente e um lago, que possui suas características em relação aos contextos específicos do espaço, como vegetação e animais, para ensinar o conteúdo Ecologia.

E, na quarta aula, o docente discute o significado dos resultados encontrados com os alunos sobre DQO, DBO, OD, matéria orgânica no solo e na água e pH. É importante esclarecer que as análises, neste momento do desenvolvimento do projeto, já estarão realizadas pelo professor de química, como é explicitado logo abaixo.

Aulas de Química:

Em um primeiro momento, é realizada uma aula investigativa sobre indicadores ácido-base, substância que, por meio da coloração, indica se a solução apresenta caráter ácido ou básico. Logo abaixo é apresentado o roteiro proposto para a aula²:

Questão problema: Sabendo que o cultivo da mandioca se adapta melhor em meio ácido, como você identificaria o solo de um terreno antes de iniciar a sua plantação?

Procedimento: Em tubos de ensaio distintos, adicione os reagentes³ e preencha a tabela conforme indicado:

Reagente	Papel de tornassol azul	Fenolftaleína	Extrato de Repolho roxo
Água			
Água + ácido clorídrico			
Água + vinagre			
Água + suco de limão			
Água + hidróxido de sódio			
Água + hidróxido de potássio			
Água + leite de magnésia			
Amostra de solo			

Questões para serem respondidas na aula:

1. É possível classificar os materiais estudados em grupos diferentes? Em caso afirmativo, quais critérios você utilizou ao propor essa classificação?

² Roteiro experimental retirado da dissertação “Questões Propostas no Planejamento de atividades de natureza investigativa no ensino de química: reflexões de um grupo de professores”. (SILVA, 2011).

³ Na referência que foi retirado o roteiro experimental da proposta investigativa, não é apontado a quantidade de reagentes utilizados. Dessa forma, sugere-se que utilize 1 ml para cada reagente. Da mesma forma não foi apresentada a concentração das soluções, assim, sugere-se que utilize soluções diluídas.

2. Como você classificaria uma substância baseando-se na coloração obtida com papel o tornassol azul?
3. Os materiais que, ao interagirem com a água, fazem com que ela se torne ácida são denominados ácidos. Considerando essa informação e as suas respostas às questões anteriores, defina o que é um ácido.
4. O que você faria para determinar se uma amostra de chuva coletada em uma região industrial está ácida?

Observação apontada pelo autor desta dissertação: a amostra de solo, antes de utilizar os indicadores, pode ser, primeiramente, peneirada, em seguida, misturada com água e, por último, filtrada.

Como apontado por alguns autores (HODSON, 1994; ZANON, SILVA 2000), as atividades experimentais podem ser aliadas ao trabalho do professor em relação à aprendizagem dos alunos. No entanto, dependendo da abordagem, como meramente a reprodução e/ou comprovação de teorias apresentadas em sala de aula, as referidas atividades não contribuem (ou pouco auxiliam) na construção de conceitos.

Neste sentido, a aplicação da atividade de química sobre indicadores ácido-base foi planejada para ser conduzida de maneira investigativa. Segundo Hofstein (2005), as atividades investigativas corroboram para o desenvolvimento de habilidades e competências, como a formulação de hipóteses, explicações e apresentação de soluções para situações problemas.

Assim, nesta aula, os alunos coletam amostras de água do lago da escola e de solo ao redor da nascente para identificarem se as amostras são ácidas ou básicas. A aula tem o propósito de que os próprios alunos possam chegar à conclusão do que são indicadores ácido-base e, ainda, se o solo, ao redor do lago, e água, proveniente da nascente, são ácidos ou básico.

A próxima aula é destinada a identificação do pH (Potencial Hidrognênico) da água. O pH indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer. Os valores de pH variam entre 0 a 14 e podem ser medidos através de um aparelho chamado pHmetro ou indicadores. Como na escola onde foi realizada a pesquisa não possui o aparelho, podem ser utilizados os seguintes indicadores ácido-base: púrpura de metacresol e azul de bromotimol.

Nesta aula, os alunos são conduzidos, primeiramente para coletas de amostras no lago e, em seguida, ao laboratório para a análise.

Para a utilização dos indicadores citados acima, o professor utiliza o béquer, vidraria de laboratório destinada a trabalhos com líquidos, como aquecimento e transporte de reagentes. Diante disso, o docente solicita aos alunos que seja colocado dentro do recipiente uma pequena quantidade de água, aproximadamente 20 ml. Em seguida, inserir de três a cinco gotas do indicador azul de bromotimol. Posteriormente, utilizar o mesmo procedimento, em béquer diferente do utilizado, para o indicador púrpura de metacresol. Depois, os alunos comparam a cor da água com a fita universal utilizada para o indicador azul de bromotimol (Figura 1) e para o púrpura de metacresol (Figura 2).

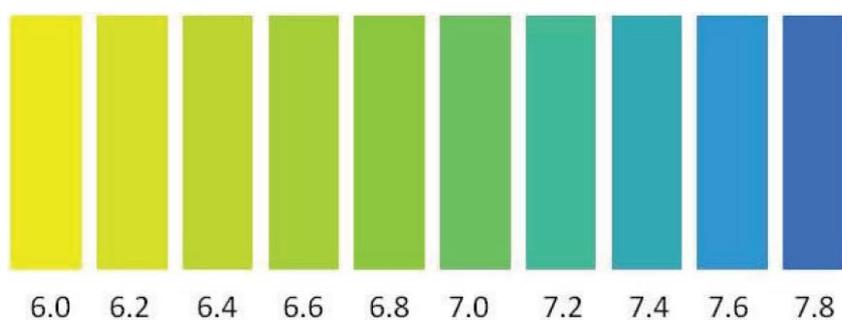


Figura 1: Escala colorimétrica de variação do pH para o indicador azul de bromotimol

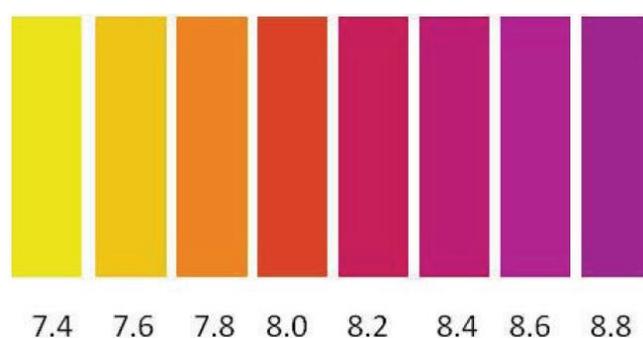


Figura 2: Escala colorimétrica de variação do pH para o indicador púrpura de metacresol

Além desses, para fins de aprendizado dos alunos, pode ser utilizado também o papel indicador, o qual identifica diretamente o valor do pH em soluções aquosas.

Além dessas análises, é proposto para alguns alunos, juntamente com o professor, levar amostras de água até o Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) para que sejam realizadas análises como DBO, DQO, matéria orgânica na água, turbidez e quantidade de cloro. Essas análises são sugeridas para

serem realizadas no laboratório da UFU, pois precisam de aparatos mais sofisticados, que não possuem na instituição onde a pesquisa foi realizada.

Na terceira aula, os estudantes determinam a quantidade de matéria orgânica no solo, por meio da Titulação ácido-base. A titulação é um método de análise quantitativa, na qual possibilita descobrir a concentração de determinada solução. O roteiro da prática experimental⁴ se encontra logo abaixo:

Determinação de matéria orgânica em amostras de terra.

Objetivos do experimento:

- Determinar a percentagem de carbono orgânico em amostras de solo;
- Transformar os resultados de C org. obtidos, em % da matéria orgânica;
- Interpretar os resultados obtidos sob o ponto de vista agrônômico;
- Descrever as transformações ocorridas no sistema solo (amostra de terra) – reagentes, durante a realização da prática.

Procedimento:

Extração

- Tomar aproximadamente 20 g de solo. Triturar a terra em um pistilo. Passar em peneira;
- Pesar 0,5 g da terra triturada;
- Colocar a terra em um erlenmeyer de 250 mL;
- Pipetar 10 mL da solução de bicromato de potássio 0,2 M. Adicionar à amostra de solo;
- Colocar um tubo de ensaio de 25 mm de diâmetro e 250 mm de altura, cheio de água e protegido com papel aluminizado, na boca do erlenmeyer, onde funcionará como condensador, ou usar placa de vidro;
- Aquecer, em placa elétrica, até a fervura branda, durante 5 minutos.

Determinação

- Deixar esfriar. Juntar 80 mL de água destilada ou deionizada (medida em proveta), 1 mL de ácido ortofosfórico e 3 gotas do indicador difenilamina a 10 g/L;
- Titular com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,05 M. A viragem ocorre quando a cor azul desaparece, dando lugar à verde;

⁴ Roteiro experimental retirado da apostila de Química Analítica da Universidade Federal de Uberlândia.

- Anotar o número de mililitros gastos;
- Efetuar uma prova em branco com 10 mL da solução de bicromato de potássio. Anotar o volume de sulfato ferroso amoniacal gasto.

Reagentes e soluções

- *Solução de bicromato de potássio 0,2 M* - Pesar 39,22 g de $K_2Cr_2O_7$ P.A., previamente seco em estufa a $130^\circ C$, durante uma hora. Colocar em balão aferido de 2 L. Adicionar 500 mL de água destilada ou deionizada para dissolver o sal. Juntar uma mistura já fria, de 1.000 mL de ácido sulfúrico concentrado e 500 mL de água destilada ou deionizada. Agitar bem para dissolver todo o sal. Deixar esfriar. Completar o volume do balão com água destilada ou deionizada;
- *Solução de sulfato ferroso amoniacal 0,05 M* - Pesar 40 g de $Fe(NH)_2(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$ cristalizado (sal de Mohr). Colocar em balão aferido de 1 L. Juntar aproximadamente 500 mL de água destilada ou deionizada contendo 10 mL de ácido sulfúrico concentrado para a dissolução do sal. Agitar bem. Completar o volume do balão com água destilada ou deionizada;
- *Indicador difenilamina a 10 g/L* - Pesar 1 g de difenilamina - Dissolver em 100 mL de ácido sulfúrico concentrado;

Sulfato de prata - Utilizar o sal puro (Ag_2SO_4) como controlador de interferência de Cl^- em solos salinos;

Ácido ortofosfórico - Utilizar o produto (H_3PO_4) concentrado (85%).

Equipamento

Balança analítica; Bureta; Peneira; Placa elétrica;

Cálculo

A percentagem de carbono orgânico existente na amostra é dada pela seguinte expressão:

$$\text{g de carbono/kg de TFSE} = 0,06 \times V(40 - V_a \times f) \times "f", \text{ onde:}$$

TFSE = terra fina seca em estufa;

V = volume de bicromato de potássio empregado;

V_a = volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da amostra;

f = $40 /$ volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da prova em branco;

0,06 = fator de correção, decorrente das alíquotas tomadas;

"f" = fator de correção para TFSE.

A quantidade de matéria orgânica existente na amostra é calculada pela seguinte expressão:

$$\text{g de matéria orgânica/kg} = \text{g de carbono/kg} \times 1,724.$$

Nota: Este fator (1,724) é utilizado em virtude de se admitir que, na composição média da matéria orgânica do solo, o carbono participa com 58%.

Observações:

- i) É indicado que o professor faça o manuseio do ácido sulfúrico, devido a periculosidade do reagente;
- ii) É fundamental que o docente e os alunos não façam os descartes dos reagentes na pia. É indicado que seja diluído e guardado para outras aulas experimentais.

Ressalta-se que a aula experimental para o cálculo de matéria orgânica no solo não foi realizada de forma investigativa, pois não foi encontrado um experimento com este enfoque na literatura. Além disso, não foi possível elaborar um roteiro com este objetivo, pois necessitaria de mais leituras sobre o assunto, que não é o foco desta dissertação, mas, talvez, seja em trabalhos posteriores.

Na quarta aula deste terceiro momento do projeto, os alunos, juntamente com o professor, discutem os resultados encontrados na aula anterior, isto é, o significado de cada um dos resultados presentes (pH do solo, pH da água e matéria orgânica no solo). Alguns resultados das análises realizadas serão discutidos pelo professor de Biologia, mas que também será abordada pelo professor de química, o que mostra aos alunos que os conteúdos não são apenas de uma disciplina, mas contempla as diversas áreas do conhecimento.

Aulas de matemática:

Inicialmente, o professor conduz os alunos até o lago e a nascente. Em seguida, com auxílio de um instrumento de medida, trena e papel para anotações, os alunos fazem a medição da área, de forma que aborde o conteúdo “cálculo de áreas e geometria”. Como a área do espaço não é regular, o professor pode solicitar aos estudantes que eles façam a divisão da área em pequenos retângulos e, em seguida, façam a somatória das pequenas áreas.

Na próxima aula, o professor projeta na lousa uma foto do alto do lago, encontrada no “*Google Earth*”. Esta foto pode ser solicitada para os alunos trazerem ou o próprio professor. Esta foto terá o objetivo de trabalhar escalas com os alunos, sendo que o espaço possui uma área que em escala real, não poderia ser apresentada na lousa

e, por isso, foi utilizada uma escala para sua representação. Em seguida, o docente propõe uma atividade para a construção de maquetes em escala ainda menor daquela apresentada na lousa. Essa maquete terá o intuito de estimular a criatividade dos alunos, pois esses poderão estruturar o lago e a nascente que a escola possui, bem como propor sugestões de intervenção, o que dependerá de cada grupo de alunos.

Na terceira aula, o professor trabalha com os alunos sobre os dados estatísticos. Os estudantes aprendem sobre média aritmética, amostragem e como fazer a escolha dessas amostras. Ressalta-se que, neste andamento do projeto, as análises químicas já estariam feitas em aulas anteriores, nas disciplinas de biologia e química.

Assim, o professor solicita aos alunos os dados obtidos, ressalta que o docente já conhecerá os dados por meio dos outros professores, no entanto, os alunos serão os protagonistas dessa atividade.

Em seguida, o professor solicita aos alunos que exponham na lousa os resultados para que, em seguida, o regente possa ensinar como fazer o tratamento dos dados, isto é, promover a escolha dos valores de DQO, DBO, pH e OD, já que foram feitas várias análises.

4.º momento: Avaliação

Neste momento, acontecerá uma aula em comum, com todos os professores. Nesse encontro é sugerida aos alunos a comparação das concepções iniciais, de quando fizeram um texto na aula de Biologia, com suas concepções após o desenvolvimento do projeto. Esse momento da atividade é proposto para ser realizado em forma de apresentação dos grupos, possibilitando os discentes desenvolverem habilidades, como sintetizar ideias e apresentação em público.

Após a comparação das concepções, os estudantes irão apresentar para toda a turma a maquete produzida pelo grupo. Nessa maquete, os estudantes apontam uma possível solução para um problema, no que diz respeito aos resultados da qualidade da água, a estrutura do lago, ao paisagismo, ou outra situação identificada.

A sugestão é que seja feita a avaliação de forma contínua, durante todo o desenvolvimento. Assim, a participação; o envolvimento; o embate de ideias; a produção textual; a capacidade de trabalhar em equipe; a socialização; a participação das discussões; o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão; o respeito com os colegas e os professores, precisam ser analisados durante o processo da

implementação da proposta, pois o trabalho se fundamenta na formação de cidadãos críticos e responsáveis para exercerem a cidadania.

Extrapolação do Projeto didático-pedagógico interdisciplinar para ser utilizado em outros contextos

DISCIPLINAS ENVOLVIDAS

- Biologia, química, geografia e matemática

DURAÇÃO

- Nove aulas divididas em quatro momentos: apresentação da proposta para os alunos; visita a problemática do trabalho; desenvolvimento da intervenção; e, avaliação

OBJETIVOS

Geral

Apropriar de um espaço da cidade, como uma praça, um parque, um lago, uma nascente, ou até mesmo a própria para ensinar conteúdos de Ciências e Matemática, bem como inserir os alunos em momentos de reflexões sobre a Educação Ambiental.

Específicos:

- Trabalhar conteúdos químicos, relacionados ao assunto e à prática do projeto, como substâncias inorgânicas, pH, indicadores ácido-base, soluções, separação de misturas;
- Promover aulas práticas que levem os alunos a realizarem procedimentos no próprio ambiente de estudo, como coleta de amostra, identificação de pH, medição de temperatura e o uso de indicadores;
- Trabalhar conteúdos matemáticos, como média aritmética, escolha de amostragens, cálculos de área e aproximações de figuras geométricas;
- Estudar a biodiversidade, vegetação e solo apropriado para as aproximações de um lago;

- Estimular a criatividade dos estudantes a partir de diferentes atividades, como trabalhar com imagens e vídeos;
- Inserir os alunos no trabalho cooperativo;
- Introduzir o conteúdo “Ecologia” a partir das interações dos seres vivos com o ambiente;
- Inserir os alunos em momentos de reflexões sobre a educação ambiental que considera o ser humano como parte de uma sociedade.

CRONOGRAMA DE AULAS

1.º momento: Uma aula de 50 min: Apresentação do projeto

No início, é importante que o docente⁵ apresente aos alunos um local na cidade ou nas proximidades da escola, que seja o foco de estudo nas próximas aulas. Outra possibilidade é deixar que os próprios alunos sugiram uma problemática de sua cidade, pois, talvez, eles conheçam um espaço que não é respeitado e exista a possibilidade de desenvolver o projeto. Para isso, é interessante o professor chegar com uma proposta, mas, também, deixar os alunos se expressarem, pois talvez possa existir outro espaço não vivenciado pelo professor.

Nesta aula, para apresentação da proposta aos alunos, é importante que os professores informem o que será trabalhado nos próximos encontros. E, dependendo da situação, se for necessário tirar o estudante da instituição, é fundamental que o docente leve aos alunos a autorização para os responsáveis assinarem e, assim, ficarem cientes da proposta que será desenvolvida.

A sugestão é que, nesta aula, o professor aponte uma situação problema para os estudantes, por exemplo: seja uma nascente em uma praça; um lago na cidade onde a população não compreende a vivência harmônica do ser humano e o meio, por isso, pode inexistir o respeito; uma torneira de água pingando pela escola; um parque com um lago, ou também uma nascente.

Se for possível, é sugerido mostrar fotos e/ou vídeo sobre o ambiente que será estudado nas próximas aulas. Caso nas turmas a serem desenvolvidas as atividades existam alunos que gostem de trabalhar com vídeos, imagens, montagens, entrevistas e outras formas da comunicação e tecnologias, o docente pode solicitar aos estudantes que eles façam as montagens e preparem um vídeo, de forma que possam problematizar o assunto e o lugar a ser estudado. Essa atividade valoriza o potencial de alunos que se

⁵ A atividade poderá ser desenvolvida por um ou mais professores.

interessam pela comunicação e tecnologia, fazendo com que as aulas de ciências, por exemplo, possam explorar também outras áreas do conhecimento.

Ainda nesta aula, o professor pode solicitar aos alunos que façam uma produção de texto apontando as concepções sobre o ambiente a serem estudadas. Essa escrita pode ser livre, de forma que os estudantes expressem suas concepções e o professor retire dados para direcionar o seu trabalho, sendo que a produção já deve fazer parte da avaliação.

Por fim, mas, pensando na próxima aula que será realizada no próprio ambiente escolhido pelo professor e/ou pelos alunos, o docente solicita que os estudantes possam levar garrafas para coleta de amostras.

Além das garrafas, o docente também solicita que os estudantes levem instrumentos de medição de áreas, como a trena, para medir a área do espaço a ser analisado. Caso os alunos não lembrem como faz o cálculo de área, o professor pode sugerir que eles dividam o espaço em pequenos retângulos, pois, no final, as pequenas áreas podem ser somadas.

O professor pode sugerir um momento de lazer com um lanche no local após a visita. Assim, nesta aula, o docente solicita que os estudantes levem na próxima aula (que será a visita), um lanche para o local. É importante ressaltar que durante o lanche, o professor já pode iniciar o trabalho de atitudes entre o ser humano e o ambiente. Não precisa de a sociedade ser separada do meio, mas, sim, inserida no meio, a partir da convivência harmônica entre eles, colaborando com a formação dos estudantes em EA para o exercício pleno da cidadania.

2.º momento: Três aulas de 50 minutos

O professor⁶ leva os alunos para uma visita no espaço identificado para ser desenvolvido o projeto, seja uma praça, uma área verde, um parque, ou a própria escola. Nesse, os visitantes conhecem um pouco do ambiente a ser trabalhado e iniciam a discussão e reflexão com os professores sobre os assuntos que serão abordados e o porquê das atividades.

Nesse momento, o professor solicita aos alunos que façam grupos. Alguns grupos iniciam aferindo a área do espaço e outros ficam destinados ao trabalho com a

⁶ Como é um trabalho fora da escola, sugere-se que outros profissionais da instituição estejam acompanhando o professor para auxiliar no cuidado com os alunos.

água e/ou o solo. Ao final, os grupos invertem as tarefas, para que todos os alunos possam participar de todas as etapas do projeto.

Depois de separar os grupos, o professor ensina os estudantes a coletarem amostras de água e solo para aferir o pH e a temperatura.

Inicialmente, é solicitado que os alunos façam a medição da temperatura da água, utilizando um termômetro calibrado. O professor deve orientar os alunos a medirem a temperatura em diversos pontos e anotarem os resultados. Em relação à coleta de amostra de água e/ou solo, o professor explica como fazê-la. Assim, irá solicitar que os alunos lavem, pelo menos três vezes, o recipiente de coleta para minimizar os erros das futuras análises. O procedimento para limpar a garrafa deve ser feito com a água do ambiente a ser analisado. Depois de ter lavado o recipiente, os estudantes podem enchê-lo com água.

Em seguida, o professor precisa ensinar os discentes a manusearem o papel indicador universal para que, ainda no próprio espaço, eles possam aferir o pH da água.

Para finalização da visita, o professor deixa um momento livre para lazer, fotografias e lanche comunitário.

3.º momento: Quatro aulas de 50 minutos

Após os alunos já estarem com amostras de água e solo, coletada no local a ser estudado, o professor discute e realiza alguns testes de análises químicas com os estudantes, como identificação de acidez e basicidade. Ressalta-se que os alunos já terão calculado o pH da água (utilizando o papel universal na aula anterior), assim, já têm condições de entender se a substância é ácida ou básica. No entanto, a intenção de identificar se a amostra de água e solo é ácida ou básica é discutir e ensinar sobre a utilização de indicadores ácido-base, a partir da proposta pedagógica. Esta atividade irá permitir que os discentes explorem a ideia de acidez, como ela se aplica às nossas fontes de água, utilizando-se a forma mais comum de medição para acidez, o pH, aprendendo a medi-lo e checando sua confiabilidade.

Em uma primeira aula deste ciclo, o professor pode discutir com os alunos, caso no ambiente a ser escolhido tenha uma nascente, sobre o seu surgimento, abordando o ciclo hidrológico da água. Nesta aula, sugere-se que o professor motive os alunos a explicarem o ciclo hidrológico da água, já que os estudantes estudaram esse assunto em séries anteriores na disciplina de ciências. Uma possível estratégia é a formação de grupos e, entre eles, cada grupo possa apresentar uma produção textual, e/ou com

imagens, do ciclo hidrológico da água. Além disso, podem ser abordadas as relações dos seres vivos entre si e com o ambiente, discutindo o espaço com a vegetação ao seu redor, os animais existentes e, se não existem, o porquê, bem como sua importância para o ambiente.

O segundo encontro pode levar os alunos a identificação do solo e de uma possível amostra de água, como ácida ou básica. Sugere que o professor utilize o roteiro experimental de aula investigativa,⁷ sobre indicadores ácido-base, substância que através da coloração indicam se a mesma é ácida ou básica. Logo abaixo é apresentado o roteiro proposto para a aula:

Questão problema: Sabendo que o cultivo da mandioca se adapta melhor em meio ácido, como você identificaria o solo de um terreno antes de iniciar a sua plantação?

Procedimento: Em tubos de ensaio distintos, adicione os reagentes e preencha a tabela conforme indicado:

Reagente	Papel de tornassol azul	Fenolftaleína	Extrato de Repolho roxo
Água			
Água + ácido clorídrico			
Água + vinagre			
Água + suco de limão			
Água + hidróxido de sódio			
Água + hidróxido de potássio			
Água + leite de magnésia			
Amostra de solo			

Questões para serem respondidas na aula:

1. É possível classificar os materiais estudados em grupos diferentes? Em caso afirmativo, quais critérios você utilizou ao propor essa classificação?

⁷ Roteiro experimental retirado da dissertação “Questões Propostas no Planejamento de atividades de natureza investigativa no ensino de química: reflexões de um grupo de professores”. (SILVA, 2011).

2. Como você classificaria uma substância baseando-se na coloração obtida com papel o tornassol azul?

3. Os materiais que, ao interagirem com a água, fazem com que ela se torne ácida são denominados ácidos. Considerando essa informação e as suas respostas às questões anteriores, defina o que é um ácido.

4. O que você faria para determinar se uma amostra de chuva coletada em uma região industrial está ácida?

Observações apontadas pelo autor desta dissertação:

- i) A amostra de solo, antes de utilizar os indicadores, pode ser, primeiramente, peneirada, em seguida, misturada com água e, por último, filtrada;
- ii) Na referência que foi retirado o roteiro experimental da proposta investigativa, não é apontado a quantidade de reagentes utilizados. Dessa forma, sugere-se que utilize 1 ml para cada reagente. Da mesma forma não foi apresentada a concentração das soluções, assim, sugere-se que utilize soluções diluídas.

Como apontado por alguns autores (HODSON, 1994; ZANON, SILVA 2000), as atividades experimentais podem ser aliadas ao trabalho do professor em relação a aprendizagem dos alunos. No entanto, dependendo da abordagem, como meramente a reprodução e/ou comprovação de teorias apresentadas em sala de aula, as referidas atividades não contribuem (ou pouco auxiliam) na construção de conceitos.

Neste sentido, a aplicação da atividade de química sobre indicadores ácido-base, foi planejada para ser conduzida de maneira investigativa. Segundo Hofstein (2005), as atividades investigativas corroboram para o desenvolvimento de habilidades e competências, como a formulação de hipóteses, explicações e apresentação de soluções para situações problemas.

Assim, nesta aula, os alunos coletam amostras de água, de uma possível nascente, lago da cidade, ou da própria escola; e de solo, para identificarem se as amostras são ácidas ou básicas. A aula tem o propósito de que os próprios alunos possam chegar à conclusão do que são indicadores ácido-base e, ainda, se o solo e a água possuem caráter ácidos ou alcalinos.

O terceiro encontro propõe a utilização dos seguintes indicadores ácido-base: púrpura de metacresol e azul de bromotimol. Pode-se também construir uma escala de pH a partir do extrato do repolho roxo, caso a instituição não tenha os indicadores

citados⁸. Nesta aula, os alunos podem ser conduzidos ao laboratório ou, caso a escola não possua o laboratório, pode ser realizado dentro de sala de aula. De qualquer forma, sugere-se a formação de grupos para o trabalho, inclusive, pode ser aquele já iniciado no momento da coleta de amostras de água, solo e medição da área, mesmo porque os alunos já sabem e conhecem como o grupo procede.

Para a utilização dos indicadores azul de bromotimol e púrpura de metacresol, o docente pode utilizar, caso a escola tenha, o béquer, vidraria de laboratório destinada a trabalhos com líquidos, como aquecimento e transporte de reagentes. Caso a escola não tenha, podem ser utilizados copos descartáveis, o que não alterará os resultados. Diante disso, o docente solicita aos alunos que seja colocado dentro do recipiente uma pequena quantidade de água, aproximadamente 20 ml. Em seguida, inserir de três a cinco gotas do indicador azul de bromotimol. Posteriormente, utilizar o mesmo procedimento em béquer ou copo diferente do utilizado para o indicador púrpura de metacresol. Depois, os alunos comparam a cor da água com a fita universal utilizada para o indicador azul de bromotimol (Figura 1) e para o púrpura de metacresol (Figura 2).

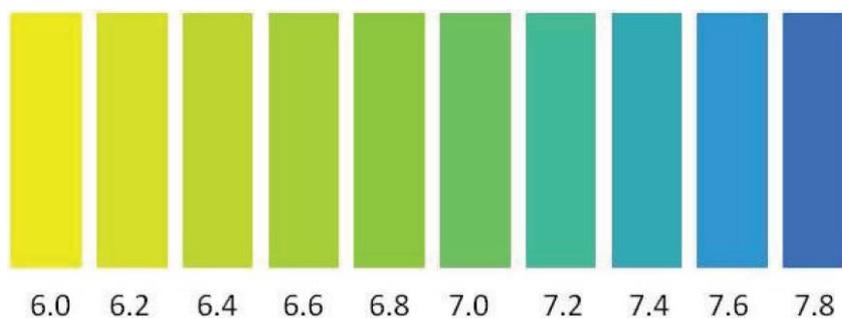


Figura 1: Escala colorimétrica de variação do pH para o indicador azul de bromotimol



⁸A preparação do indicador proveniente do repolho roxo consiste em picotar as folhas do repolho roxo e colocar em aquecimento, com água, em uma panela por aproximadamente 10 minutos. Isso fará com que seja extraído a pigmentação do repolho. Em seguida, pode-se filtrar a água para deixar somente o extrato de repolho. É sugerido também fazer uma escala de pH com substâncias e básicas para os alunos visualizarem a variação de coloração.

Figura 2: Escala colorimétrica de variação do pH para o indicador púrpura de metacresol

Ainda nesta aula, o docente discute o significado dos resultados encontrados pelas análises químicas, como acidez e basicidade do solo e da água, pH, temperatura e área do espaço. Essas discussões com os alunos podem partir das seguintes reflexões: *Por que lavar a garrafa com água do local a ser estudado? O que significa o valor de pH encontrado? A temperatura terá influência no pH? É possível propor alguma solução, caso exista, para essa área delimitada? O que os alunos sugerem?* Neste caso, a partir dos resultados e do local, poderá propor intervenções, talvez um paisagismo ou a recomposição da mata ciliar.

Essa discussão pode ser realizada com os professores de matemática e ciências. Caso não seja possível, o docente que desenvolverá o projeto poderá discutir com os alunos os conteúdos estatísticos. Ressalta-se aqui a necessidade do planejamento do professor, pois se entende a dificuldade do professor agrupar, em sua carga de trabalho, ainda tempo para estudar outros assuntos. Neste sentido, pontua a importância do professor ter horários disponíveis para planejamento e, se possível, na própria instituição, onde poderão ocorrer possíveis encontros em conjunto com outros professores.

Caso o professor conheça alguma instituição de ensino superior que tenha laboratórios, o docente pode estudar a possibilidade de realizar as análises de DQO, DBO, OD, matéria orgânica no solo e na água nesses locais, como foi apontado no projeto didático-pedagógico (concretizado para um contexto específico). No entanto, essas análises não contemplam a ampliação do projeto didático-pedagógico, já que, como apontado por Benite e Benite (2009), os laboratórios escolares não são construções fáceis de serem mantidas e um dos motivos diz respeito ao custo, considerando a existência da troca de reagentes, vidrarias, técnico, e, ainda, a infraestrutura que comporta poucos alunos. Assim, nem todas as instituições de ensino possuem um laboratório de Ciências.

4.º momento: uma aula de 50 minutos: Avaliação

Nesta aula, os estudantes apresentam, caso seja necessário a partir do resultado do seu grupo, uma proposta para intervenção. Nesta apresentação, o professor pode incentivá-los a utilizarem as imagens fotografadas no dia da visita.

Depois da apresentação dos alunos, sugere-se que o professor organize, na sala de aula, um círculo com os alunos. O professor inicia a fala explicitando sobre o que foi desenvolvido na proposta didática, lembrando aos estudantes que, na primeira aula, foi feito um texto com escrita livre, no qual os alunos expuseram suas concepções sobre o ambiente estudado. Diante disso, o docente solicita que os alunos dialoguem sobre suas concepções, antes de realizar o projeto e depois desse concretizado.

Nessa apresentação, o docente poderá compreender o impacto que a proposta causou nos discentes. Para isso, é fundamental favorecer a fala dos alunos, bem como a inserção deles em momentos de discussão, o que possibilita o desenvolvimento da capacidade de argumentação dos alunos. Além disso, a proposta também possibilita desenvolver nos discentes a criticidade, a responsabilidade, o envolvimento, o trabalho cooperativo com os grupos, a interdisciplinaridade, a integração das disciplinas e a busca pela EA emancipatória.

REFERÊNCIAS

ADUAN, R. E.; VILELA, M. F.; REIS JÚNIOR, F. B. **Os Grandes Ciclos Biogeoquímicos do Planeta**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.

BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M. **O laboratório didático no ensino de química: uma experiência no ensino público brasileiro**. Revista Iberoamericana de Educación, n. 48/2, 2009. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/expe/2770Benite.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2014.

HODSON, D. Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciências**, v. 12, n. 3, p. 229-313, 1994.

HOFSTEIN, A. The laboratory in Chemistry in the laboratory: a critical look at the research. **Educación Química**, v. 16, n.1, p. 30-38, 2005.

SILVA, D. P. **Questões Propostas no Planejamento de atividades de natureza investigativa no ensino de Química: reflexões de um grupo de professores**. 2011. 212 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

ZANON, L. B.; SILVA, L. H. A. A experimentação no Ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (org.) **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, p. 120-153, 2000.