

Hospital Universitário

Cassiano Antonio Moraes
Hospital das Clínicas - UFES



HOSPITAL UNIVERSITÁRIO CASSIANO ANTONIO MORAES
RECEPÇÃO 1



EMBARQUE E
DESEMBARQUE



Ressignificando ideias e construindo o conhecimento científico no ensino médio pelo estudo da água: um relato de experiência

Redefining Ideas and Building Scientific Knowledge in High School through the Study of Water: An Experience Report.

Resumo

O presente relato de experiência descreve a elaboração e aplicação de uma atividade sobre as propriedades da água, que visou o desenvolvimento do método científico, o estímulo e a promoção da autonomia do estudante, colocando o educando como ator principal na construção do seu aprendizado. Assim, foi elaborada uma sequência didática investigativa (SDI), organizada em três etapas e aplicada em uma turma da segunda série do ensino médio de uma escola estadual na cidade de Vitória – ES. Na primeira etapa, os alunos assistiram a um vídeo introdutório sobre o assunto para estimular a curiosidade. Na sequência, a turma foi dividida em 6 grupos, cada um recebeu uma pergunta norteadora para discutir, gerar hipóteses e pesquisar, sugerindo uma experiência prática para responder à pergunta disponibilizada. Na terceira, e última etapa, os alunos organizaram uma minifeira de ciências na sala de aula, onde cada grupo apresentou a pergunta norteadora e o experimento desenvolvido. Essa SDI possibilitou estimular nos estudantes: a habilidade para o trabalho colaborativo, a aprendizagem por meio de vivências, o protagonismo estudantil e a alfabetização científica.

Palavras-chave: sequência didática investigativa; protagonismo estudantil; alfabetização científica.

Eliza Andrade Silva Sattler
Paola Rocha Gonçalves
Karina Mancini

elizaandradeb@hotmail.com
paola.goncalves@ufes.br
mancinikazinha@gmail.com

Abstract

This experience report describes the development and implementation of an activity on the properties of water, which aimed to develop the scientific method, stimulate and promote student autonomy, placing the student as the main actor in the construction of their learning. Thus, an investigative didactic sequence (SDI) was developed, organized in three stages and applied to a second-grade class of a state school in the city of Vitória - ES. In the first stage, the students watched an introductory video on the subject to stimulate curiosity. Then, the class was divided into 6 groups, each one received a guiding question to discuss, generate hypotheses and research, suggesting a practical experiment to answer the question provided. In the third and final stage, the students organized a mini science fair in the classroom, where each group presented the guiding question and the experiment developed. This SDI made it possible to stimulate in the students: the ability for collaborative work, learning through experiences, student protagonism and scientific literacy.

Keywords: investigative didactic sequence; student leadership; scientific literacy.

INTRODUÇÃO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais ressaltam a importância da contextualização educacional, estimulando o desenvolvimento dos assuntos de forma articulada com as situações e as condições nas quais os estudantes estão inseridos (Brasil, 2020). Construir espaços dialógicos, em que o estudante possa associar o que aprendeu na escola com sua vida diária, é uma estratégia para fortalecer a identificação do aluno com o tema abordado. Dessa forma, pode-se facilitar o processo de aprendizagem, contribuindo para uma interpretação assertiva e aplicação coerente do conhecimento científico ao cotidiano.

A Bioquímica é uma área em que se estuda os processos químicos que acontecem nos organismos vivos, envolvendo substâncias orgânicas e inorgânicas (Albuquerque et al., 2012) e, por lidar com conceitos abstratos e muitas vezes complexos, essa área da ciência pode levar à dificuldade de compreensão, desinteresse e distanciamento do estudante. Com isso torna-se necessária a aplicação de estratégias de ensino utilizando novas metodologias e recursos didáticos, capazes de fundamentar os conteúdos e favorecer o desenvolvimento do ensino de Bioquímica no ensino médio (Francisco Junior, 2007). Neste sentido, existe uma variedade de ferramentas metodológicas disponíveis, sendo a aplicação de sequências didáticas (SD) um destaque neste cenário (Gomes; Messeder, 2013). A SD não é uma estratégia metodológica engessada, pois o professor pode fazer adaptações em função da disponibilidade de tempo, material, contexto educacional, de forma que ela atenda às necessidades educacionais do seu alunado (Capellini, 2020).

As SDs são instrumentos pertinentes para o desenvolvimento do Ensino por Investigação (ENCI): uma estratégia didático-metodológica que coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem, permitindo o desenvolvimento da autonomia, da capacidade de tomar decisões, de avaliar e resolver problemas, e de se apropriar de conceitos e teorias das ciências da natureza. A investigação é uma atividade que depende não só da habilidade de formular questões sobre o mundo natural, mas também de buscar respostas adequadas para essas questões. O aprendizado por meio de atividades investigativas propicia o desenvolvimento de diversas habilidades, como observação, planejamento, elaboração de hipóteses, realização de medidas, interpretação de dados, reflexão e explicação de fenômenos científicos. Nessa perspectiva, a aprendizagem se torna uma oportunidade para desenvolver novas compreensões, significados e conhecimentos sobre o conteúdo ensinado (Silva; Silva, 2019).

Uma estratégia para tirar o ensino de Biologia da prática tradicional e puramente expositiva é a abordagem didática investigativa, pois propicia ao estudante a oportunidade de refletir, discutir e tentar justificar suas observações. Uma característica marcante nas atividades investigativas é a preocupação com o processo de aprendizagem dos estudantes, que têm seu foco deslocado da aquisição de conteúdos científicos (Sasseron; Carvalho, 2011).

O ensino por investigação é uma metodologia que visa estimular o interesse, a curiosidade e o pensamento crítico dos alunos, por meio de atividades que envolvem a formulação de perguntas, a busca de informações, a realização de experimentos, a análise de dados e a comunicação de resultados. Dentro deste contexto, uma forma de implementar o ensino por investigação na Bioquímica é utilizar atividades práticas investigativas que contenham experimentos simples e de baixo custo, que possam ser realizados em laboratório ou em sala de aula (Gradella; Milanez; Souza, 2022). Essas atividades permitem aos alunos observar, manipular e testar diferentes materiais biológicos, como frutas, verduras, leite, ovos, entre outros, e verificar as propriedades físicas e químicas das substâncias orgânicas que os compõem. Além disso, as atividades estimulam os alunos a formularem hipóteses, coletarem dados, interpretar resultados e elaborar conclusões.

As atividades investigativas visam proporcionar que os alunos tenham condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos. Elaborando ideias próprias, discutindo-as com seus colegas e com o professor, os estudantes avançam do conhecimento intuitivo para o científico e, assim, obtêm a capacidade de compreender saberes que foram sistematizados por gerações passadas (Carvalho, 2022).

Neste sentido, ao apresentar o problema científico, os estudantes são instigados a elaborar respostas baseadas em evidências. O caminho para um pensamento reflexivo inclui a apresentação do problema, formação de hipóteses, coleta de dados durante o experimento e formulação de conclusão (Barrow, 2006). Esse movimento contribuirá com o processo de alfabetização científica do educando.

Alfabetização científica é um conceito educacional que diz respeito à capacidade do indivíduo em compreender, interpretar e aplicar conhecimentos científicos e tecnológicos ao cotidiano. Essa ideia envolve não apenas o conhecimento de fatos e conceitos científicos, mas também a habilidade de pensar criticamente, resolver problemas, tomar decisões informadas e participar de discussões sobre questões científicas e tecnológicas que afetam a sociedade (Gil Pérez; Vilches Peña, 2001).

Diante do exposto, o objetivo do presente relato foi descrever os momentos e as percepções docentes de uma vivência em sala de aula durante a implementação de uma sequência didática investigativa (SDI), que visou o desenvolvimento dos conteúdos relacionados às propriedades da água e colocou o estudante como protagonista no processo de aprendizagem. Dessa forma, visa-se contribuir para que estudantes compreendam as características da água e sua importância para a vida, através de experiências construídas a partir da SDI por

meio da análise sobre como o ensino por investigação auxilia no entendimento de conceitos complexos relacionados à Bioquímica.

PERCURSO METODOLÓGICO

Conforme a resolução Nº 510, de 07 de abril de 2016, parágrafo único, não serão registradas nem avaliadas pelo sistema CEP/CONEP:

VII – pesquisa que objetiva o aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional, desde que não revelem dados que possam identificar o sujeito; [...] VIII – atividade realizada com o intuito exclusivamente de educação, ensino ou treinamento sem finalidade de pesquisa científica, de alunos de graduação, de curso técnico, ou de profissionais em especialização.

Nesse sentido, para a redação deste artigo, foram analisadas as narrativas pessoais e da trajetória do autor principal enquanto educador. A narração das experiências foi estritamente profissional, preservando o sigilo e anonimato dos estudantes e colegas envolvidos, o que justifica a não necessidade de avaliação pelo CEP/CONEP, conforme a resolução mencionada. Portanto, as reflexões derivadas da prática profissional serviram como material de análise para este artigo, com o intuito de contribuir para multiplicação de experiências de SDI aplicadas ao ensino da Bioquímica. O objetivo é promover uma discussão mais aprofundada sobre temas pertinentes à educação, focando no avanço da alfabetização científica e na realização de experimentos laboratoriais no ensino médio, incentivando sua replicação por outros educadores.

Temática abordada e desenvolvimento do trabalho

O estudo da água é um tema presente nos conteúdos de Biologia e das Ciências Naturais ministrados nas escolas de ensino fundamental e médio. Recentemente, esse assunto tem sido amplamente discutido em diversos espaços, incluindo a mídia, em função da diminuição do volume de água nos sistemas de distribuição de alguns estados brasileiros, das irregularidades no período chuvoso, da poluição de rios, do desperdício de água tratada, da destruição de nascentes, da reprodução do *Aedes aegypti*, dentre outros motivos. Em meio à abundância de dados divulgados sobre a água e a sua fundamental função dentro dos ambientes vivos, debates e reflexões acerca desta temática precisam ser realizados no contexto escolar, ampliando não apenas a compreensão, mas principalmente a capacidade de os estudantes serem protagonistas na transformação dessas problemáticas que perpassam a realidade dos mesmos. Desta forma, discussões em sala de aula sobre estes assuntos precisam ser estimuladas e a aplicação de SDI pode contribuir para estimular os educandos no entendimento sobre fenômenos que envolvem um elemento crucial para que haja a vida no planeta e que faz parte do cotidiano: a água.

Pelo exposto, foi decidido trabalhar a água dentro do contexto bioquímico, por meio de uma estratégia investigativa, utilizando uma SD. Para Reece (2015), a molécula da água é responsável por sustentar a vida no planeta Terra, visto suas características peculiares. Essa abordagem investigativa buscou o desenvolvimento do educando para uma aprendizagem consciente e crítica quanto à importância das características da água e as interações com as biomoléculas e a relação com a valorização e proteção dos recursos hídricos.

O presente relato apresentará a experiência da aplicação de uma SDI, atividade associada ao desenvolvimento da dissertação de mestrado da pesquisadora principal. Esta atividade foi realizada com uma turma de 30 alunos, da segunda série do ensino médio regular da escola estadual no município de Vitória, no estado do Espírito Santo. As atividades foram realizadas em três momentos, representando três aulas, no modo presencial, conforme descrito a seguir:

Momento 1 - 1ª aula

Os alunos assistiram a um vídeo motivador, chamado “INCRÍVEL! Essa aranha vive embaixo d’água!”¹ para que pudessem responder à pergunta norteadora: “Como a aranha respira embaixo da água?”. Em seguida a turma foi dividida em 6 grupos e, usando celulares com acesso à internet, cada grupo pesquisou sobre a constituição da teia de aranha e o porquê de ela aprisionar o ar dentro da água. Os estudantes fizeram o levantamento de hipóteses, sendo estimulados a registrar as ideias geradas individualmente. Em seguida, o material abaixo foi usado para que os alunos pudessem comparar suas respostas com os textos disponíveis. Os próprios alunos pesquisaram para encontrar a resposta da pergunta e fazer os ajustes de suas hipóteses.

¹Canal de Curiosidades. Incrível, essa aranha vive em baixo d’água. jul. de 2022. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=8Ddm29sfYPY> Acesso em 03 de agosto de 2024.

Quadro 1 – Descrição do material de apoio utilizado na primeira aula de uma SDI.
Fonte: Sattler (2024)

BBC News Brasil. Bolha de ar construída por aranha mergulhadora funciona como guelra. Jul. 2011. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/ciencia/2011/06/110609_aranha_mergulhadora_mv Acesso em 03 de agosto de 2024.
Pido Biologia. Aranha Mergulhadora - Ela respira em baixo da água. Mar. 2023. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=IfDUyuXMMx0 Acesso em 03 de agosto de 2024.
Natureza de foco. Uma aranha que vive submersa sua vida inteira. Disponível em: https://www.youtube.com/shorts/Elqww2iGvEY Acesso em 03 de agosto de 2024.

Momento 2 - 2ª aula

Em um segundo momento, chamado de “Conhecendo as propriedades da água”, cada grupo ficou responsável por uma situação problematizadora para discutir e responder por meio de experimentação. Os estudantes levantaram as hipóteses, pesquisaram e realizaram um experimento prático escolhido em sala de aula, visando de responder à situação proposta. Cada grupo deu nome à

própria equipe e recebeu uma situação problematizadora, descrita no Quadro 2. Nomeação das equipes e respectivas situações problematizadoras.

Nomes das Equipes	Situação Problematizadora
Equipe Chuva	Ao se deparar com um mosquito flutuando na superfície de um lago, Valentina ficou perplexa. Não conseguia entender o que estava acontecendo. Por que um mosquito consegue andar sobre a água?
Equipe Agridoce	Em um sábado à tarde, Valentina resolveu fazer suco de acerola. Ela misturou açúcar no suco para ficar mais gostoso e aí ela pensou: O açúcar de cozinha se dissolve na água da mesma forma que o sal?
Equipe Bosque	As plantas mais altas precisam fazer com que a água alcance todas as suas células, desde a raiz até a última folha. Como a água sobe pelo tronco da árvore até a folha mais alta?
Equipe Mar	Valentina foi pegar uma garrafa de óleo no armário da cozinha de sua casa e ao manusear uma garrafa de óleo, derramou um pouco de óleo no seu rosto. Então, tentou lavar o rosto em uma torneira com água, querendo tirar o óleo. Mas, percebeu que seu rosto continuava escorregadio e oleoso. Explique por que o problema de Valentina não foi resolvido, mesmo depois da lavagem com água. Por que a água e o óleo não se misturam?
Equipe Gelo	Valentina estava escrevendo uma redação e, de repente, sua caneta esferográfica azul derramou tinta. A tinta se espalhou por toda a mesa e ela logo pegou um pano com água para limpar e não manchar o móvel. Porém, percebeu que a tinta da caneta não saía enquanto tentava limpar a mesa com água. Foi quando, por acaso, seu irmão viu o que tinha acontecido e tentou ajudá-la a limpar a tinta de caneta usando acetona. Como ela ficou curiosa diante da situação, fez a seguinte pergunta: O que acontece quando colocamos tinta de caneta esferográfica em água e em acetona?
Equipe Ar	Valentina estava brincando de fazer bolhas de sabão no quintal de casa. De repente, viu uma aranha e lembrou que tinha visto na escola um vídeo de uma aranha que conseguia viver embaixo da água. Essa aranha era capaz de levar o ar da superfície para dentro de uma teia que ela estava construindo no fundo de um lago. Aí Valentina pensou: O que tem de parecido com a bolha que a aranha faz e com a bolha de sabão?

Quadro 2. Nomeação das equipes e respectivas situações problematizadoras.
Fonte: Sattler (2024)

Momento 3 - 3ª aula

Intitulada de “Dia D”, essa etapa consistiu em subdividir a turma, dispondo-a no espaço de sala de aula de acordo com as equipes nomeadas na aula anterior. Nesse momento, revisando as hipóteses iniciais, os grupos, um de cada vez, explicaram os experimentos respondendo às perguntas elaboradas no momento 2.

RELATO DE EXPERIÊNCIA E DISCUSSÃO

Uma sequência investigativa (SEI) é composta por quatro atividades-chave: apresentação de um problema, sistematização do conhecimento construído pelos alunos, contextualização do conhecimento construído pelos alunos e uma atividade de avaliação ou aplicação ao final do ciclo de cada SEI (Carvalho, 2022). De acordo com Barrow (2006), a solução de um problema científico é obtida por meio de um processo reflexivo que inclui a apresentação do problema, a formulação de hipóteses, a coleta de dados durante o experimento e a elaboração de conclusões. Nesse sentido, na aplicação da SDI, os estudantes, ao assistirem o vídeo “Como a aranha respira embaixo da água?” e levantarem suas hipóteses, expressaram a curiosidade e o exercício reflexivo. Evidenciou-se essa ocorrência quando os grupos lançaram mão da argumentação técnico-científica, alegando que o fenômeno em pauta ‘acontece devido ao oxigênio preso em seu corpo’ ou ‘devido ao óleo não se misturar com a água’ ou quando ainda afirmaram que ‘as aranhas têm brânquias e traqueias que permitem que elas respirem embaixo da água’.

Nessa fase, observou-se o envolvimento dos alunos, que escreveram possíveis explicações, argumentando que o fenômeno ocorria devido à ‘interação entre a água e a presença de uma substância oleosa no abdômen da aranha que não se misturava com a água’. Compreende-se que os estudantes conseguiram aplicar na prática a teoria sobre a relação da polaridade da água com outras substâncias e, por isso, alegaram que não havia acontecido a solubilização no óleo, permitindo que o oxigênio atmosférico pudesse ser armazenado pela aranha e levado para dentro da água. Os estudantes também discutiram que ‘os pelos das patas dessas aranhas permitem o armazenamento do ar’. Nesse sentido, outra aplicação prática foi a teoria da tensão superficial da água, onde os estudantes compreenderam que esse fenômeno também auxilia no processo que mantém a camada líquida da água coesa, possibilitando que a aranha forme uma bolha resistente à água.

Identificou-se o empenho e o engajamento de todos os estudantes para participar e responder à pergunta da Equipe Chuva: “Por que um mosquito consegue andar sobre a água?”. Considerando Carvalho (2013), compreende-se que esse tipo de pergunta, descrita no episódio acima, demarca uma situação-problema. Esse tipo de pergunta é reconhecido como um componente inicial importante de uma atividade investigativa, orientando a condução da atividade desenvolvida pelo professor. O problema apresentado não deve ser algo desconhecido, mas sim estar contido na cultura social do aluno, a ponto de permitir sua asso-

ciação a conhecimentos prévios. Dessa forma, foi realizado o experimento pela Equipe Chuva para responder à questão, onde os estudantes utilizaram um copo descartável com água, colocando um clipe metálico sobre a água sob a hipótese de que “O que se espera é que devido a tensão superficial da água o clipe não se afunde”. E foi exatamente o que aconteceu, como mostra a Figura 1.

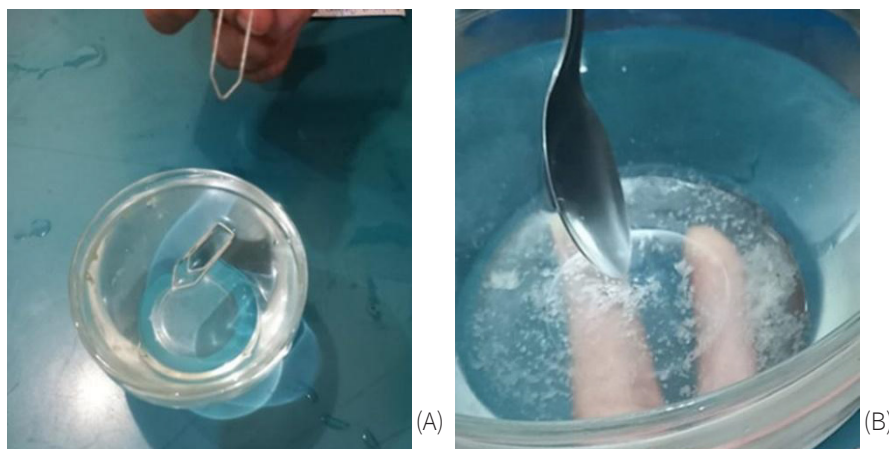


Figura 1 - Experiência da Equipe Chuva para responder à pergunta norteadora: Por que uma aranha consegue andar sobre a água? (A); e experiência da Equipe Agridoce para responder à pergunta norteadora: O açúcar de cozinha se dissolve na água da mesma forma que o sal? (B).
Fonte: Sattler (2024)

A Equipe Chuva explicou que o clipe permanece na superfície, embora seja mais denso do que a água, assim como ocorre com os insetos. A apresentação dos estudantes fez com que todos da turma compreendessem que a força exercida pelo inseto sobre a água é menor que a tensão superficial da mesma. Outro ponto importante que os estudantes entenderam é o fato das patas desse animal possuírem pelos que diminuem a superfície de contato com a água, além de serem revestidas por uma substância oleosa que é apolar e que impede a permeabilização das patas, possibilitando a locomoção sobre a água.

Pode-se observar um grande engajamento dos alunos e a participação de toda a turma na discussão do experimento da equipe. Eles puderam entender melhor sobre a tensão superficial da água, sobre as forças de adesão e coesão. Observou-se o protagonismo estudantil quando os próprios estudantes investigaram o motivo pelo qual os insetos conseguem se locomover sobre a água e buscaram apresentar uma experiência que explicasse esse fenômeno. Não houve, em nenhum momento intervenção do professor. Aqui verifiquei que o grau de investigação foi bem elevado, onde os educandos puderam desenvolver todo o trabalho sem a interferência do professor e construírem práticas baseadas em evidências científicas.

Para responder à segunda pergunta, que era “O açúcar de cozinha se dissolve na água da mesma forma que o sal?”, a equipe Agridoce utilizou conceitos relacionados à capacidade de dissolução das substâncias na água. Eles abordaram o raciocínio de que, quando os cristais de sal são introduzidos na água, as mo-

lécúlas de sódio interagem com os íons de sódio e cloreto. A região carregada positivamente nos íons de sódio é atraída pela região negativa do oxigênio da molécula de água, ao passo que a região negativamente carregada do íon cloreto é atraída pela região positiva, que é o hidrogênio. Gradualmente, os íons de sódio e cloreto se separam, se dispersando na água, ficando rodeados por moléculas de água como demonstrado acima na Figura 1.

Apesar de alguns erros gramaticais, os estudantes apresentaram uma linguagem simples e do cotidiano deles. Um ponto que não foi abordado é que a dissolução do açúcar e do sal na água é um processo semelhante, mas não idêntico. Quando o açúcar é adicionado à água, as moléculas de açúcar se separam e se dispersam na água, formando uma solução homogênea. O mesmo ocorre com o sal. No entanto, a dissolução do açúcar é um processo endotérmico, ou seja, absorve calor da água e do ambiente circundante. Por outro lado, a dissolução do sal é exotérmica, ou seja, libera calor para a água e o ambiente circundante. De acordo com Barros (2009), os estudantes frequentemente apresentam dificuldades relacionadas às variações de temperatura em processos endotérmicos e exotérmicos, bem como às energias cinética e potencial das partículas. Para interpretar esses processos, é necessário ter clareza quanto aos aspectos macroscópicos dos experimentos, além da compreensão dos fenômenos ao nível submicroscópico, que geralmente são excluídos das aulas de Química do Ensino Médio. Soma-se a isso que os alunos têm dúvidas sobre a associação de ruptura e formação de ligações (ou de interações intermoleculares) com absorção e liberação de energia, o que dificulta a relação com outros conceitos já aprendidos no estudo da Química.

Para responder à situação hipotética “Como a água sobe no tronco da árvore até a folha mais alta?”, a equipe Bosque explicou que as plantas absorvem água através dos pelos radiculares, que fazem contato com a umidade do solo. Os estudantes relataram que, uma vez absorvida, a água é transportada até o xilema, o tecido responsável pela condução. A transpiração da planta é o que faz com que a água suba, contra a força da gravidade. Nas folhas, existem estruturas chamadas de estômatos, que abrem e fecham de acordo com a necessidade da planta. Quando as plantas estão realizando fotossíntese, o gás carbônico (CO₂) precisa entrar para dar início ao processo, sendo que este gás entra pela abertura dos estômatos. O que ocorre é que, ao se abrirem, os estômatos liberam água em estado de vapor, processo conhecido como transpiração. Isto causa uma força de sucção na planta que faz com que a água seja puxada de baixo para cima. Ao explicarem dessa forma, pode-se observar que os alunos dominam uma linguagem científica.

Os estudantes conseguiram entender que as forças de adesão e coesão explicam o fluxo de água para cima. No processo de transpiração, ocorre a perda de água pelas folhas, e as células foliares absorvem nutrientes do xilema. Isso gera

uma força de sucção que eleva a água no xilema, permitindo que, por meio da capilaridade, ela alcance a célula no ponto mais alto da planta. Esse fenômeno foi ilustrado em um experimento que mostrava a ascensão de água tingida através de um guardanapo, conforme representado esquematicamente na Figura 2.

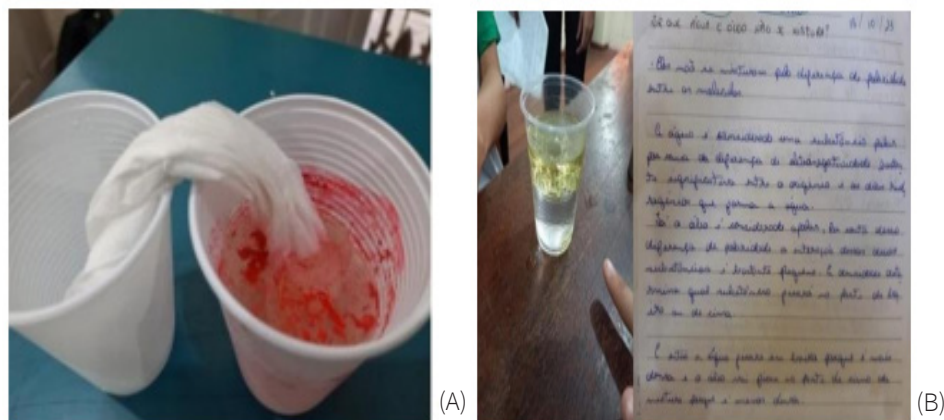


Figura 2 - Experiência da Equipe Bosque para responder à pergunta norteadora: Como a água sobe no tronco da árvore até a folha mais alta? (A); e experiência da Equipe Mar para responder à pergunta norteadora: Por que a água e o óleo não se misturam? (B). Fonte: Sattler (2024)

A equipe Mar ficou responsável por resolver a situação hipotética “Por que a água e o óleo não se misturam?”. O grupo abordou que a água e o óleo não se misturam por causa da polaridade entre as moléculas. A água é uma substância polar devido à diferença de eletronegatividade bastante significativa entre o oxigênio e os dois hidrogênios que formam a molécula de água. Por outro lado, o óleo é uma substância apolar, o que resulta em uma interação pequena entre as duas substâncias. Quando misturadas, a densidade determina qual substância ficará na parte de baixo ou de cima. Como a água é mais densa do que o óleo, ela ficará na parte inferior da mistura, enquanto o óleo ficará na parte superior, como mostra a Figura 2. Durante a apresentação do experimento, os educandos demonstraram protagonismo ao explicá-lo e envolver toda a turma. Eles utilizaram sua própria linguagem para elaborar uma explicação acessível à compreensão dos que estavam presentes. Isso demonstra que houve uma pesquisa eficaz por parte dos educandos para que conseguissem chegar ao entendimento desse processo e que a atividade investigativa os auxiliou nessa construção.

Para uma compreensão adequada do porque a água não dilui o óleo, é essencial dominar os conceitos relacionados às forças que atuam entre moléculas, à polaridade das substâncias e à sua capacidade de se dissolver em diferentes meios. Observou-se que os estudantes entenderam que as duas substâncias não se misturam porque apresentam forças intermoleculares distintas e, portanto, polaridades diferentes. A água, uma molécula polar, possui ligações de hidrogênio, enquanto o óleo, uma molécula apolar, possui dipolo induzido.

Com relação à questão ‘Por que ao misturarmos água e óleo este último fica

por cima?’, a explicação para o fato de o óleo ficar por cima da água se deve ao conceito de densidade. O óleo é menos denso que a água, portanto, fica na parte superior da mistura. Rossi et al. (2008) enfatizam que a sequência de uma aula é muito importante para evitar erros conceituais. Discutir a polaridade em conjunto com, ou antes da densidade, pode tornar mais acessível o entendimento dos fenômenos ligados à interação entre substâncias, bem como das questões que envolvem miscibilidade e solubilidade. Quando os conceitos de densidade, polaridade e interações intermoleculares são apresentados separadamente, com um grande intervalo de tempo entre eles, a conexão entre esses conceitos e a compreensão individual de cada um se tornam mais complexas.

Para a Equipe Gelo responder à pergunta ‘O que acontece quando colocamos tinta de caneta esferográfica em água e em acetona?’, os alunos explicaram que a acetona é eficaz na dissolução da tinta de caneta devido à sua capacidade de interagir com os componentes da tinta, como os pigmentos, resinas e solventes. A interação da acetona com esses componentes resulta na quebra das ligações químicas. Porém, é importante ressaltar que nem todos os tipos de tinta de caneta sofrerão o mesmo efeito. Ela geralmente dissolve os polímeros e resinas presentes na tinta, sendo removida de superfícies. A acetona interage com os componentes da tinta de caneta por meio de processos de solvatação e dissolução, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Experiência da Equipe Gelo para responder à pergunta norteadora: O que acontece quando colocamos tinta de caneta esferográfica em água e em acetona? (A); e experimento da Equipe Ar para responder à pergunta norteadora: O que tem de parecido com a bolha que a aranha faz e com a bolha de sabão? (B).

Fonte: Sattler (2024)



(A)



(B)

Para finalizar, a equipe Ar ficou responsável em responder ‘O que tem de parecido com a bolha que a aranha faz e com a bolha de sabão?’. Nessa etapa os alunos explicaram que ambos os tipos de bolhas dependem da tensão superficial dos líquidos envolvidos e que a tensão superficial é a força que mantém a camada líquida unida e forma a superfície da bolha causada pela coesão entre as moléculas. A bolha de sabão é formada por uma alta tensão superficial, o que a torna forte e resistente. O detergente contém moléculas hidrofílicas e uma par-

te hidrofóbica, o que permite a diminuição da tensão superficial da água, essencial para a formação de bolhas estáveis. Esse detergente forma uma espécie de membrana que aprisiona o gás em seu interior, criando uma bolha, como mostra a Figura 3. De modo parecido, a aranha utiliza os pelos hidrofóbicos em seu corpo para prender uma camada de ar, criando uma espécie de respiradouro enquanto está debaixo da água. Essa camada de ar funciona como uma bolha temporária, permitindo que a aranha respire enquanto busca presas embaixo da água².

No decorrer das atividades, foi possível notar um aumento no interesse, curiosidade e interação entre os alunos, seja para colaborar ou discordar da opinião do outro. Além disso, houve uma maior aproximação e reciprocidade entre professora e alunos, o que resultou em um aprendizado mais significativo. Esses resultados corroboram o que várias pesquisas relatam sobre o efeito positivo das atividades significativas no ensino de ciências. As atividades investigativas oferecem estímulo e ambiente necessários para o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos, além de permitir que o professor amplie seus conhecimentos sobre práticas de ensino, estimulando-o a recriar sua prática pedagógica. Por meio deste estudo, foi possível entender a importância da utilização de recursos variados e atividades práticas no ensino de ciências. Durante as discussões, os alunos foram capazes de descrever os experimentos e elaborar conceitos. Isso demonstrou que cada equipe escolheu corretamente os experimentos que trazem evidências importantes relacionadas ao problema em estudo. É importante ressaltar que, em muitos casos, outras perguntas podem ser feitas associadas ao problema central para que a investigação possa trazer resultados mais consolidados do ponto de vista do argumento em construção (Sasseron, 2022). A abordagem organizada com base em um tema oportunizou ao estudante (re) significar suas ideias, com vistas à construção do conhecimento científico. Trata-se, portanto, de uma proposta em que os conhecimentos prévios dos alunos são valorizados e utilizados na construção de um diálogo interativo, a fim de proporcionar a compreensão dos conceitos científicos abordados a partir de conhecimentos de senso comum.

Em relação aos conteúdos biológicos, os estudantes foram capazes de construir relações entre coesão, tensão superficial e peso do material depositado sobre a água. Eles também puderam entender a influência das interações intermoleculares na densidade da água, construir o entendimento sobre o conceito de calor específico e compreender as razões da natureza polar da água. Durante a pesquisa, reconheceu-se que é importante analisar o que os alunos conseguiram construir em vez de identificar o que eles sabem e o que não sabem. É relevante reconhecer o quanto os alunos evoluíram a partir do que já sabiam. Alunos e professores avaliam positivamente o ensino por investigação, sobretudo no que diz respeito ao estímulo à interatividade e à participação ativa dos estudantes no processo de construção do conhecimento.

²Para maiores informações a respeito do experimento acesse o link:

<https://drive.google.com/file/d/1t6VSYHa-JMUrREMwy0PW5a-HnIXz2L9JNe/view?usp=sharing>.

Acreditamos que essa percepção das vantagens do ensino investigativo, por parte de alunos e professores, demonstra a importância de propormos renovações no ensino de Ciências e Biologia, bem como de estimular o desenvolvimento de novas pesquisas sobre a alfabetização científica na Educação Básica. O exercício das práxis desempenhada nesta pesquisa nos mostra que o ensino por investigação contribuiu para reposicionar o aluno protagonista, colocando-o como agente ativo de sua própria aprendizagem. Contudo, revela que existem muitos desafios na condução de uma prática didática voltada para a superação do modelo de ensino instrucionista, sendo um processo que exige o constante aprimoramento da ação docente e a persistência do (a) professor (a).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos grandes desafios nas instituições de ensino é fazer com que o currículo seja mais dinâmico e contextualizado. Nesse sentido, as atividades investigativas desenvolvidas em sala de aula são importantes ferramentas didáticas para estimular o protagonismo estudantil no processo de ensino e aprendizagem, avançando no compromisso em melhorar o trabalho do professor. Esta produção defende o direito do estudante de participar, opinar e principalmente aprender e pertencer como cidadão de direito, sendo, portanto, transformadora. Em todas as atividades desenvolvidas, os estudantes interagiram de forma efetiva. Foi possível ver a alegria e disponibilidade deles, quando faziam as exposições das experiências.

Sempre enfatizo que a Biologia só parece difícil e tediosa quando não é compreendida. Uma vez que se entende e se aplica o conhecimento, ele se revela fascinante, vibrante e cheio de inspiração. Esta experiência me revelou que o principal benefício foi o aumento da confiança dos estudantes tanto no conteúdo quanto em se apresentar e falar em público. Transformações significativas podem exigir mais do que os professores e as escolas podem oferecer. No entanto, algumas mudanças são possíveis, quando o educador está comprometido em inovar. É crucial entender que mudar apenas o método de ensino não é suficiente para motivar os alunos a prosseguir no aprendizado da Biologia. Empatia, paciência, um toque de humor, reconhecimento e feedback positivo são elementos que contribuem para o desafio de ensinar Biologia.

REFERÊNCIAS

Albuquerque, M. A. C.; AMORIM, A. H. C.; ROCHA, J. R. C. F. & SILVEIRA, L. de M. F. G.; NERI, D. F. de M. Bioquímica como sinônimo de ensino, pesquisa e extensão: um relato de experiência. **Revista Brasileira de Educação Médica**, 36, 1, p. 137–142, 1 mar. 2012.

BARROS, H. L. C. **Processos Endotérmicos e Exotérmicos**: Uma visão atômica-molecular. Química Nova na Escola, 31, 4, p. 241-245, São Paulo. 2009.

BARROW, L. H. **A Brief History of Inquiry**: From Dewey to Standards. Journal of Science Teacher Education, 17, p. 265–278, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2020.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.) **Ensino de Ciências por investigação**: Condições para implementação em sala de aula. Editora: Cengage Learning, 2022, p. 01 – 20.

CAPELLINI, V. L. M. F. Adaptações curriculares na inclusão escolar: contrastes e semelhanças entre dois países. **Revista Brasileira de Educação**, 25, 1 Jan. 2020.

FRANCISCO JUNIOR, W.E. **Bioquímica no ensino médio! (De) Limitações a partir da análise de alguns livros didáticos de Química**. Ciência & Ensino. 1, 2, Jun. 2007. Disponível em: file:///C:/Users/adm/Downloads/135-901-1-PB.pdf.

GIL-PÉREZ, D. e VILCHES-PEÑA, A. Una Alfabetización Científica para el Siglo XXI: Obstáculos y Propuestas de Actuación. **Investigación en la Escuela**. 43, 1, p. 27 – 37, 2001.

GRADELLA D., B., T.; MILANEZ E., C., M.; SOUZA M., A., A.; **Manual de atividades investigativas no ensino de bioquímica**: Um novo olhar para o ensino de bioquímica no ensino médio. Atena, São Paulo, 2022.

GOMES, L. M. de J. B.; MESSEDER, J. C. **A presença das TIC no ensino de Bioquímica**: uma investigação para uma análise crítica da realidade. In: Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências, 9, 2013, Lindóia. Atas. Lindóia: Abrapec, 2013. p. 1 – 8. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0032-1.pdf> . Acesso em: 3 Ago. 2024.

Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 07 de Abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Disponível em https://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/conep/documentos/NORMAS-RESOLUCOES/Resoluo_n_510_-_2016_-_Cincias_Humanas_e_Sociais.pdf . Acesso em: 3 Ago. 2024.

REECE, J. B. **Biologia de Campbell**. 10 ed. São Paulo: Artmed. 2015.

ROSSI, A. V.; MASSAROTTO, A. M. M.; GARCIA, F. B. T.; ANSELMO G. R. T.; MARCO, I. L. G. De.; CURRALEIRO, I. C. B.; TERRA, J.; ZANINI, S. M. C. Reflexões sobre o que se Ensina e o que se Aprende sobre Densidade a partir da Escolarização. **Química Nova na Escola**, São Paulo, SP, 30, p. 55 – 60, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVAHO, A. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação Bauru**, 17, 1, p. 97 – 114. São Paulo, 2011.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.) **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. Editora: Cengage Learning, 2022, p. 41 – 62.

SILVA, C. C., & SILVA, R. A. **O ensino de ciências por investigação**: uma revisão bibliográfica sistemática. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática, 7, 1, p. 1 – 16, São Paulo, 2019.

FONTES DE FINANCIAMENTO

Apoio Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal em Nível Superior - CAPES.