



Estudo sobre as propriedades da água: uma abordagem didático- investigativa no ensino médio¹

Study on the properties of water: a didactic-investigative approach in high school

Jordânia Oliveira de Sousa

Universidade Estadual do Ceará, <https://orcid.org/0000-0002-9171-1339>,
jordaniaoliveira22@gmail.com

Maria Elane de Carvalho Guerra

Universidade Estadual do Ceará, <https://orcid.org/0000-0002-4649-4769>,
elane.guerra@uece.br

Maria Márcia Melo de Castro

Universidade Estadual do Ceará, <https://orcid.org/0000-0002-8188-9694>,
marcia.melo@uece.br

Cícero Magérbio Gomes Torres

Universidade Regional do Cariri, <https://orcid.org/0000-0002-3585-452X>,
cicero.torres@urca.br

Resumo

Este trabalho tem por objetivo analisar as contribuições de uma sequência didática investigativa (SDI) para o ensino e aprendizagem das propriedades da água. Realizamos uma pesquisa de intervenção pedagógica em uma escola pública com alunos do ensino médio, onde desenvolvemos uma sequência didática fundamentada no ensino por investigação, e posteriormente analisamos as produções textuais dos estudantes e diálogo que estabelecemos em sala de aula. Verificamos que os alunos conseguiram construir conceitos relacionados às diversas propriedades da água. Além disso, percebemos que os professores de biologia reconheceram no plano de aula a importância da abordagem investigativa na aprendizagem efetiva dos estudantes. Desse modo, concluímos que a SDI direcionada ao estudo sobre as propriedades da água oferece condições para a construção do conhecimento científico pelos alunos e nos auxiliou na construção de saberes pedagógicos a partir do exercício da práxis docente.

Palavras-chaves: Sequência didática investigativa; Aprendizagem; Propriedades da água.

¹ Este trabalho foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.



Abstract

In this work, we aimed to analyze the contributions of an investigative didactic sequence (SDI). We carried out a pedagogical intervention research in a public school with high school students, where we developed a didactic sequence based on teaching by investigation, and later we analyzed the students' textual productions and the dialogue that we established in the classroom. We verified that the students were able to construct concepts related to the different properties of water. In addition, we noticed that biology teachers recognized in the lesson plan the importance of the investigative approach in effective student learning. Thus, we conclude that the SDI directed to the study of the properties of water offers conditions for the construction of scientific knowledge by the students and helped us in the construction of pedagogical knowledge from the exercise of teaching praxis.

Keywords: Investigative didactic sequence; Learning; water properties.

1 Introdução

A água pode ser considerada como um elemento fundamental para a origem e expansão da vida. Reece (2015) considera que a água é a molécula que sustenta toda a vida, pois é o meio biológico com propriedades emergentes, sem paralelo, que contribui para a adequação da Terra e possivelmente de outros planetas à vida. Desse modo, o estudo sobre as propriedades da água é relevante no ensino de biologia. É interessante que esse estudo seja mediado por um ensino com abordagem investigativa, favorecendo uma formação consciente e crítica do estudante, voltado para valorização da água.

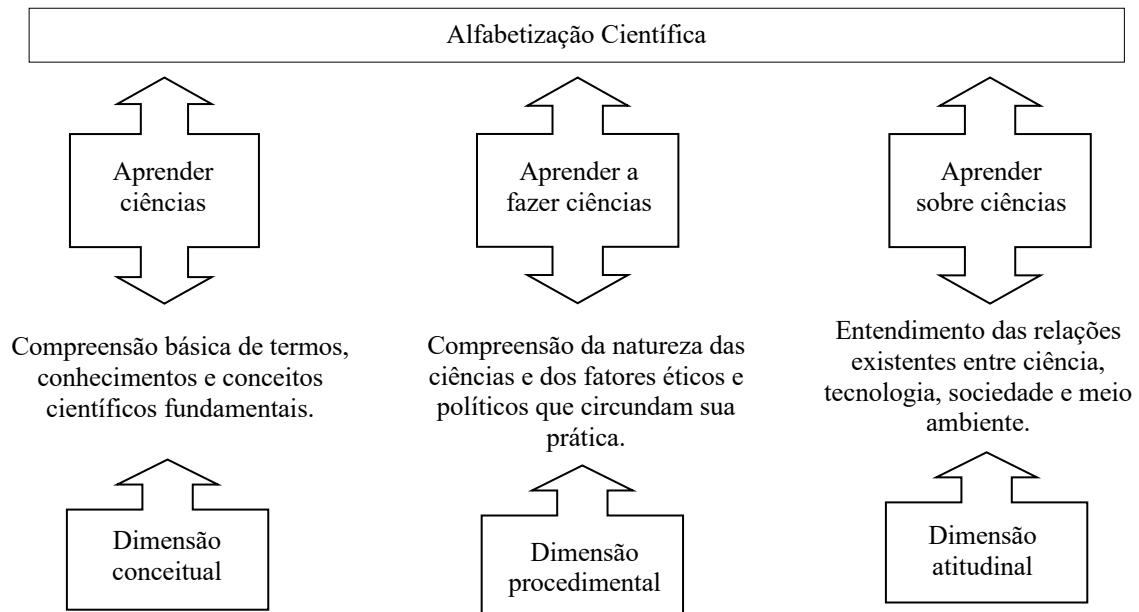
Nessa perspectiva, surge o ensino por investigação como proposta para superar a ideia de alunos como meros expectadores e incentivar o protagonismo juvenil na busca do conhecimento e da aprendizagem efetiva pelo próprio estudante. O ensino por investigação é uma abordagem didática baseada nos princípios da alfabetização científica e do construtivismo. Nesse caso, o objetivo consiste não somente em aprender conceitos, mas também, em aprender sobre a natureza da ciência, ou seja, entender a atividade científica como uma atividade humana, histórica e social vinculada a interesses políticos e econômicos (CACHAPUZ, 2005; ANDRADE, 2011).

As propostas didáticas que desejam promover alfabetização científica devem ser construídas de acordo com os três eixos estruturantes propostos por Sasseron e Carvalho (2011), os quais correspondem a/ao: compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Scarpa e



Campos (2018) correlacionam esses eixos com as dimensões dos objetivos do ensino de ciências propostos por Hodson, como evidência a figura a seguir:

Figura 1 - Representação das relações entre os três eixos da Alfabetização Científica na Educação Básica.



Fonte: SCARPA; CAMPOS, 2018, com modificações da primeira autora.

Dessa forma, para Scarpa e Campos (2018), o ensino investigativo considera a aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Essas três dimensões do conteúdo estão integradas e devem estar explicitadas na elaboração das atividades investigativas. O ensino de ciências, cujo objetivo é a alfabetização científica, deve “envolver o aluno em características próprias do fazer da comunidade científica” (SASSERON, 2019, p. 42). Então, é necessário situar o aluno em contextos sociais de construção do conhecimento científico similares àqueles que vivem um cientista (POZO; CRESPO, 2009). É dessa forma que o construtivismo tenta aproximar os alunos da prática da atividade científica com a meta de promover nos alunos, como argumentam Pozo e Crespo (2009), mudanças não só em seus conceitos, mas também em seus procedimentos e atitudes.

Desse modo, escolhemos como objeto de estudo, nesta pesquisa, a sequência didática com foco na alfabetização científica que utiliza como abordagem didática o



ensino por investigação. A sequência didática corresponde a um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que proporcionam aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor, passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (ZABALA, 2014; CARVALHO, 2019).

Portanto, nos propomos a investigar a seguinte questão de pesquisa: Quais as contribuições de uma sequência didática investigativa (SDI) embasada na alfabetização científica durante o ensino sobre as propriedades da água?

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo geral analisar as contribuições de uma sequência didática investigativa (SDI) para o ensino e aprendizagem das propriedades da água. Esse objetivo geral desdobra-se nos seguintes objetivos específicos: analisar a compreensão dos estudantes sobre as propriedades da água durante a SDI: “Água: fonte de vida”; identificar a percepção dos estudantes sobre a importância do ensino por investigação, a partir das experiências construídas na sequência didática; e analisar as concepções dos professores de biologia do ensino médio sobre os planos de ensino estabelecidos na sequência didática e suas implicações para a prática docente e os desafios relacionados.

2 Metodologia

A pesquisa constitui parte da dissertação de mestrado da primeira autora deste artigo. A abordagem adotada foi a qualitativa, pois os dados coletados nessas pesquisas são descritivos, retratando o maior número possível de elementos existentes na realidade estudada (EITERER, 2010; PRODANOV, 2013). Trata-se de uma intervenção pedagógica, pois envolve o planejamento e a implementação de interferências destinadas a produzir avanços, melhorias nos processos de aprendizagem dos sujeitos que dela participam e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências (DAMIANI et al., 2013). Então, nossa intenção foi desenvolver, como intervenção pedagógica, a sequência didática investigativa com foco no estudo sobre as propriedades da água e analisar suas contribuições no ensino e aprendizagem dos estudantes.



A pesquisa foi realizada em uma escola estadual localizada no município de Juazeiro do Norte – CE. As atividades foram desenvolvidas de forma remota, através da plataforma Google sites e Google meet. Além disso, teve como participantes 12 alunos do 2º ano do ensino médio. As aulas aconteceram em abril de 2021, no contraturno.

Os métodos de coleta de dados correspondem à (aos): observação, pois houve um contato pessoal e estreito com o fenômeno pesquisado (LÜDKE; ANDRÉ, 2018); análise documental, tendo em vista que os documentos constituem uma fonte poderosa de onde podem ser retiradas evidências que fundamentem afirmações e declarações (LÜDKE; ANDRÉ, 2018); questionários que se caracterizam, basicamente, por um conjunto de questões elaboradas em função dos objetivos da pesquisa e dispostas em uma sequência predefinida, em formulário impresso ou digital (EITERER, 2010). Foram aplicados, seguindo esta ordem: 1- Questionário pós – SDI: com o objetivo conhecer a percepção e a importância do ensino por investigação; 2- Questionário de avaliação do plano de aula: analisar as concepções dos professores de biologia, provenientes de escola pública de ensino médio na modalidade regular, sobre os planos de ensino estabelecidos na sequência didática e buscar ajustes, tendo como referência a estrutura da matriz de requisitos avaliada pelos professores, contida na pesquisa desenvolvida por Atroch (2018). É importante reforçar que estes professores apenas avaliaram o plano de aula, não participando da construção da SDI.

Utilizamos para a análise dos dados a metodologia da análise de conteúdo que, conforme Bardin (2016, p. 44):

pode ser considerada como um conjunto de técnicas de análises de comunicações utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens. A intenção da análise de conteúdo é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e de recepção das mensagens, inferências esta que recorre a indicadores (quantitativos, ou não).

Além disso, utilizamos o programa Microsoft Excel para representar em gráfico alguns dados coletados nesta pesquisa.

3 Resultados e Discussão

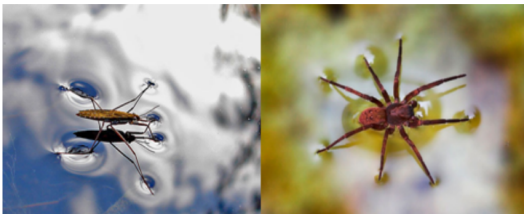



Elaboramos uma sequência didática investigativa, tendo como tema geral: “Água: propriedades, poluição e impactos no meio ambiente”. Esta, por sua vez, está dividida em duas etapas, sendo a etapa 1 com ênfase no subtema: “Água: fonte de vida”, e a etapa 2 com foco no subtema: “Água: poluição e impactos no meio ambiente”. Nos próximos tópicos serão apresentadas as contribuições da etapa 1 desta SDI na compreensão dos estudantes sobre as propriedades da água, bem como a percepção dos alunos sobre a importância de investigar problemas e a avaliação do plano de aula proposto para a realização desta etapa.

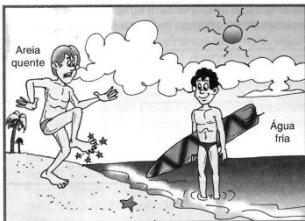
3.1 Compreensão dos estudantes sobre as propriedades da água durante a SDI: “Água: fonte de vida”.

Realizamos uma análise mais analítica dos dados obtidos nas hipóteses e registros escritos construídos pelos alunos durante a aplicação da SDI. Durante o primeiro encontro síncrono (fase de conceitualização), os alunos se organizaram em grupos e escolheram, dentre quatro opções, disponíveis uma situação-problema para investigar, como demonstra o Quadro 1.

Quadro 1 - Denominação das equipes e suas respectivas situações-problemas, durante a aplicação da SDI- “Água: Fonte de vida”.

Equipes	Escolheram investigar:
Equipe Neblina	<p>Situação-problema 1</p> <p>Imagine estar à beira de um rio ou lago e se deparar com um inseto ou uma aranha repousando sobre a superfície da água, conforme ilustram as imagens abaixo.</p>  <p>Fonte: iGUiecolgia.com/animais-que-andam-sobre-as-aguas/</p> <p>Isso mesmo! Alguns animais conseguem se deslocar e até mesmo repousar sobre a água. A pergunta é: Por que eles não afundam? A que se deve a manutenção dessa lâmina d'água?</p>
Equipe Chuva	<p>Situação-problema 2</p> <p>O filme Titanic relata a história, baseada em fatos reais, de um luxuoso navio que em 1912, durante sua viagem inaugural colidiu com um iceberg e afundou no norte do oceano atlântico, provocando a morte de muitas pessoas.</p> 



	<p>Fonte: EDWARDS, J. Disponível em: <https://oceanlinersmagazine.com/2016/03/06/scientist-titanic-struck-an-ancient-iceberg/>.</p> <p>O iceberg corresponde a grandes massas de água em estado sólido, que se deslocam seguindo as correntes marítimas nos oceanos. O que explica o fato da água em estado sólido, como o iceberg de grandes dimensões, flutuar sobre o mar?</p>
Equipe Nevasca	<p>Situação-problema 3</p>  <p>Fonte: https://brainly.com.br/tarefa/28775888</p> <p>Por que a água do mar está mais fria que a areia da praia?</p>
Equipe Granizo	<p>Situação-problema 4</p> <p>Ao ir ao banheiro, Joana percebeu que deixou a ponta do papel higiênico tocando na água presente em um balde. Ela visualizou que, apesar de apenas a ponta do papel higiênico estar encostada na água, todo o rolo de papel estava molhado. Ela ficou se questionando: por que isso aconteceu? Como a água conseguiu subir e encharcar todo o papel? Em grupo, com seus colegas, construa uma hipótese que explique as dúvidas de Joana.</p>
Equipe Geadas	<p>Situação-problema 5</p> <p>Carol, ao manusear uma garrafa de óleo, derramou um pouco dessa substância em seu pé e ficou com sensação escorregadia entre seu pé e sua sandália. Então, se aproximou de uma torneira e molhou seu pé com água, na intenção de remover o óleo. Porém, ela percebeu que seu pé continuava escorregando sobre a sandália. Explique por que o problema de Carol não foi resolvido, mesmo depois da lavagem com água.</p>

Fonte: Elaboração própria.

Cada equipe recebeu uma denominação diferente (equipe neblina, equipe chuva, equipe nevasca, equipe granizo e equipe geadas). O Quadro 2 apresenta as hipóteses formuladas pelos estudantes, categorizadas de acordo com a presença ou ausência de referências quanto às propriedades da água.

Notamos que a maioria dos estudantes (71,42%) apresenta, nas suas hipóteses, conhecimentos prévios sobre algumas propriedades da água, tais como: tensão superficial, alteração da densidade da água no estado sólido, calor específico e natureza polar da água. Entretanto, não há nessas hipóteses elementos que explicam com maior aprofundamento tais propriedades. Outros alunos (28,57%) associam razões desvinculadas das propriedades da água para justificar os efeitos analisados na situação-problema. Portanto, apesar deste assunto estar previsto no currículo do 1º ano do ensino



médio, ainda assim os estudantes demonstram dificuldades em reconhecer as propriedades da água em situações cotidianas e abordar sobre tal assunto.

Quadro 2 – Hipóteses formuladas pelos estudantes sobre a situação-problema que investigaram durante a aplicação da SDI- “Água: Fonte de vida”.

Hipóteses com ênfase nas propriedades da água	Equipes	Frequência relativa
<ul style="list-style-type: none"> Por causa da tensão superficial da água, só não sei explicar como ocorre. Tensão superficial da água, porque a parede de moléculas que a água forma impede esses insetos de romperem ela. 	Neblina	71,42%
<ul style="list-style-type: none"> Visto que iceberg é formado por gelos de água doce que "despencam" das geleiras em decorrência do movimento do mar. Diante disso, o que levam os menos a flutuarem é a densidade pois os mesmos são menos denso que a água salgada. 	Chuva	
<ul style="list-style-type: none"> A areia tem um contato mais direto com o calor do Sol durante todo o dia, além de ter uma maior facilidade de adquirir calor do que a água, por isso a areia é mais quente, e também a questão do calor específico da água ser maior do que o da areia, diante disso, a areia tem uma maior facilidade de aquecimento. 	Nevasca	
<ul style="list-style-type: none"> Acontece por causa do caráter hidrofóbico do óleo. Devido ele ser apolar e a água polar 	Seada	
Hipótese sem ênfase nas propriedades da água		
<ul style="list-style-type: none"> O papel higiênico possui uma grande capacidade de absorção e seu contato entre as camadas, facilita o processo de encharcar todo o rolo. 	Granizo	28,57%
<ul style="list-style-type: none"> Isso ocorre por conta que a areia recebe mais calor do que a água. 	Nevasca	

Fonte: Elaboração própria.

Durante a exploração e interpretação de dados os estudantes analisaram os experimentos em vídeos disponíveis no site (<https://sites.google.com/view/e1-aguafontedevida-vdigital/pagina-7>) e escolheram aqueles que possivelmente seriam importantes para solucionar sua situação-problema. O Quadro 3 demonstra, esquematicamente, a escolha das equipes.

Quadro 3 – Escolha dos experimentos pelas equipes durante a aplicação da SDI: “Água: fonte de vida”.

EQUIPES	EXPERIMENTOS ESCOLHIDOS	DESCRIÇÃO GERAL DOS EXPERIMENTOS
Equipe Neblina	Experimento 1 e 2	Observando as forças de coesão e adesão da água utilizando moedas e por meio da ação do detergente
Equipe Chuva	Experimento 3 e 4	Densidade do gelo na água. Volume da água nos diferentes estados físicos
Equipe Nevasca	Experimento 5	Calor específico da água e areia
Equipe Granizo	Experimento 6 e 7	Efeito da capilaridade da água em cavidades estreitas e



		flores
Equipe Geada	Experimento 8 e 9	Polaridade das moléculas de água

Fonte: Elaboração própria.

Observamos que cada uma das equipes realizou corretamente a escolha dos experimentos que trazem evidências importantes relacionadas ao problema em estudo. Em seguida, os alunos foram orientados a responderem as questões norteadoras relacionadas ao problema escolhido. Foi lembrado que para auxiliar nesta resolução eles deveriam ler e assistir os textos e vídeos disponíveis nas fontes de pesquisa incluídas no site: <https://sites.google.com/view/e1-aguafontedevida-vdigital/p%C3%A1gina-inicial>. Os alunos responderam um grupo de questões norteadoras específicas para os experimentos. Vale ressaltar que “em muitos casos, para que a investigação possa trazer resultados mais consolidados do ponto de vista do argumento em construção, outras perguntas podem ser feitas associadas ao problema central” (SASSERON, 2019, p. 50). As respostas de tais questões, bem como as conclusões de cada equipe, são apresentadas nos Quadros 4, 5, 6, 7 e 8.

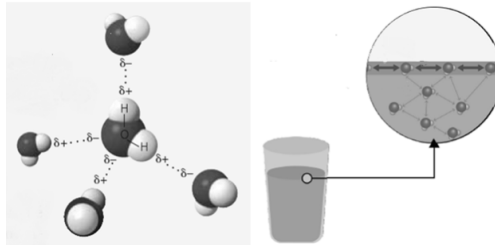
Quadro 4 – Respostas às perguntas norteadoras e conclusões formuladas pelos estudantes sobre a situação-problema 1 que investigaram durante a aplicação da SDI- “Água: Fonte de vida”.

Respostas às perguntas norteadoras referentes ao experimento 1 e 2 elaboradas na fase de exploração de dados
<p>1- O que você observou ao final do (s) experimento (s)? Elabore uma explicação para o que você observou em cada experimento analisado.</p> <ul style="list-style-type: none">• Resposta da equipe Neblina: <i>Experimento 1: a água, ao chegar em 30 gotas transbordou. Isso se deve ao fato de que a quantidade de moléculas de água se tornou maior do que sua coesão, isto é, a atração entre elas, e assim acabou por romper a "película" fazendo com que ela transbordasse.</i>• Resposta da equipe Nevasca*: <i>Que por conta da propriedade de coesão da água, a qual permite uma estruturação e união de suas moléculas, coube várias gotas de água na moeda. No experimento 2, havia uma tensão superficial que foi quebrada com o palito de dente com detergente, fazendo com que o aço afundasse.</i>
<p>2- Qual fator contribui para manter as moléculas unidas no primeiro experimento?</p> <ul style="list-style-type: none">• Resposta da equipe Neblina: <i>A força de atração das moléculas (coesão) e a tensão superficial da água. A força de atração puxa as moléculas pra dentro até determinado ponto, aonde a quantidade de gotas se torna maior do que sua tensão e sua força de atração, fazendo com que elas não consigam se manter juntas acabando por romper a "película protetora" da água e assim ela acaba por transbordar.</i>• Resposta da equipe Neblina: <i>As ligações de hidrogênio</i>• Resposta da equipe Nevasca: <i>A coesão entre as moléculas, ou seja, uma forte ligação</i>



intermolecular entre elas.

3- Descreva como este fator está representado nos modelos das moléculas de água abaixo:



- Resposta da equipe Neblina: *A coesão entre as moléculas fazem com que elas se juntem, sempre para dentro a atração. Na imagem mostra a união das moléculas de hidrogênio e oxigênio, 2 átomos de hidrogênio se juntam a 1 de oxigênio, formando assim a fórmula da água e mostrando a estrutura que faz com que eles se atraiam.*
- Resposta da equipe Nevasca: *Está representado na ligação (ou ponte) de hidrogênio, que é justamente esta coesão entre as moléculas que ficam mais estruturadas e unidas.*

4- Qual a importância do fenômeno observado neste experimento?

- Resposta da equipe Neblina: *Esse fenômeno nos permite ver o porque da água não transbordar até determinado ponto como mostra o experimento e permite também que insetos que tem um peso menos do que a tensão superficial caminhem sobre a água. Além da formação de gotas e bolhas*
- Resposta da equipe Neblina: *Permitir q alguns insetos caminhem sobre a água, a formação de gotas e bolhas, e a imiscibilidade entre líquidos polares e apolares.*
- Resposta da equipe Nevasca: *É que a coesão permitiu que coubessem mais gotas de água na moeda por estarem bem juntas.*

Conclusão da equipe Neblina

1-Evidência (o que você observou nos experimentos?):

No primeiro experimento podemos observar que o objetivo era descobrir quantas gotas de água iriam caber em cima da moeda sem que ela transbordasse. A partir disso foi descoberto que em uma moeda de 10 centavos e possível colocar até 29 gotas, sendo que na 30 ela irá transbordar.

No segundo experimento vimos que foram colocados um bombril sobre a água e logo em seguida foi espetado um palito com detergente. Logo após isso o bombril que flutuava acabou por afundar e o objetivo do experimento seria descobrir por que ocorreu este fato.

2-Justificativa (justifique as evidências com base em conhecimentos prévios e científicos):

Primeiro experimento - A água apresenta uma força de atração entre elas, fazendo que logo de início e até determinado ponto a água não escorra para fora da moeda, a este fenômeno damos o nome de tensão superficial da água que impede que a escorra logo de início. Porém após atingir uma determinada quantidade de gotas o peso da própria água será maior que sua tensão superficial e conseqüentemente a sua força de atração não será o suficiente para mantê-las fazendo com que dessa forma a água transborde para fora da moeda.

Segundo experimento - O bombril apresenta um peso leve dependendo da quantidade que é colocada, dessa forma ele não consegue romper a película protetora da água e assim não afunda. Porém após espetarmos o palito com detergente na água, a sua tensão superficial irá se romper, quebrando assim a película da água e fazendo com que o bombril afunde.

3-Conclusão /Explicação:

Experimento 1-Dessa forma vimos que as moléculas de água se mantêm juntas graças a sua força de atração e tensão superficial, e após o peso da quantidade de gotas se tornar maior do que sua força de atração elas iram transbordar por não conseguirem se manter unidas. Outra aluna da equipe redigiu o seguinte texto: a água ao chegar 30 gotas transbordou. Isso se deve ao fato de que a quantidade de moléculas de água se tornou maior do que sua coesão, e assim acabou por romper a "película" fazendo com que ela transbordasse. As moléculas no início até parte do experimento permanecem unidas por



conta que a força de atração puxa as moléculas para dentro até determinado ponto, aonde a quantidade de gotas se torna maior do que a sua tensão.

Experimento 2-Neste experimento podemos concluir que coisas mais leves do que a tensão superficial da água se mantêm flutuando sem afundar; porém a partir do momento que a tensão superficial é rompida o objeto irá afundar.Pois a película na qual ele estava em cima foi destruída, fazendo com que assim ele perdesse seu 'apoio'.

*observação: a equipe Nevasca, por opção própria, decidiu analisar todos os experimentos e responder suas respectivas questões norteadoras.

Fonte: Elaboração própria.

Os estudantes apresentam linguagem simples e com alguns erros gramaticais, mas é importante o fato de eles apresentarem suas ideias. Eles demonstram entender o fator que contribui para manter as moléculas de água unidas ao enfatizar as forças de atração entre as moléculas, estabelecidas pelas ligações de hidrogênio. Os alunos associam tais forças à coesão e à tensão superficial e estabelecem relações entre peso e tensão superficial da água. Portanto, os estudantes responderam satisfatoriamente às perguntas.

A conclusão da equipe reforça as evidências que observaram ao assistir os experimentos 1 e 2. Apesar de não se referir diretamente à situação-problema, o texto dos alunos justifica o fato de materiais leves conseguirem flutuar na água. Apesar de neste texto estar ausente o nome das interações estabelecidas entre as moléculas de água, esta informação está presente em uma das respostas dos alunos referente à questão norteadora 2. Portanto, os alunos construíram relações entre coesão, tensão superficial e peso do material sobre a água.

Quadro 5 – Respostas às perguntas norteadoras e conclusões formuladas pelos estudantes sobre a situação-problema 2 que investigaram durante a aplicação da SDI- “Água: Fonte de vida”.

Respostas às perguntas norteadoras referentes ao experimento 3 e 4 elaboradas na fase de exploração de dados
1- O que você observou ao final do (s) experimento (s)? Elabore uma explicação para o que você observou em cada experimento analisado. <ul style="list-style-type: none">• Resposta da equipe Chuva: <i>No experimento 3 observei que o gelo (estado sólido) é menos denso que a água líquida. No experimento 4 foi possível observar que o volume da água aumenta quando está em estado sólido.</i>• Resposta da equipe Nevasca: <i>A água em estado sólido boia na água em estado líquido, e a água na garrafa se expande</i>
2- Qual a influência da temperatura nas interações intermoleculares da água? <ul style="list-style-type: none">• Resposta da equipe Chuva: <i>Quando a temperatura está baixa as moléculas ficam mais</i>



organizadas e estáveis, já quando a temperatura da mesma está alta as moléculas ficam "bagunçadas".

- Resposta da equipe Nevasca: *Acima dos 4°C, a energia cinética das moléculas de água mantém curtas suas interações umas com as outras. As ligações de hidrogênio se formam e se quebram, mas quando a temperatura abaixa de 4°C para 0°C a energia cinética das moléculas de água começa a cair, abaixo da energia das ligações de hidrogênio. Então as ligações de hidrogênio se formam com muito mais frequência do que se quebram. Ela vai determinar a agitação das moléculas e o seu espaçamento.*

3 - As interações intermoleculares da água se alteram de acordo com o estado físico da mesma?

- Resposta da equipe Chuva: *Sim.*
- Resposta da equipe Nevasca: *A água em estado sólido forma estruturas hexagonias, já em estado líquido suas moléculas ficam desordenadas. Sim, varia constantemente.*

4- Como essas interações influenciam na densidade da água?

- Resposta da equipe Chuva: *Vai fazer com que a densidade aumente ou diminua.*
- Resposta da equipe Nevasca: *A água em estado sólido tem suas estruturas bem agrupadas o que a torna menos densa, já a água em estado líquido as moléculas ficam amontoadas de forma desordenada tornando mais densa*

5- Qual a importância da característica da densidade da água para os organismos que vivem em lagos?

- Resposta da equipe Chuva: *Por conta da densidade lagos, açudes e até mesmo oceanos não são capazes de congelarem completamente.*
- Resposta da equipe Nevasca: *Inicialmente, a diminuição de temperatura no ambiente provoca o resfriamento do lago por convecção, isso continua até atingir 4°C, a convecção cessa, pois, ao passar de 4 °C para 0 °C, o volume da água aumenta, devido à dilatação anômala. Logo, a densidade diminui e as águas mais frias sobem à superfície e não mais afundam. As águas mais profundas mantêm-se à temperatura próxima a 4 °C e não se resfriam mais. Por conta dessa peculiaridade da água a fauna e flora pode ser conservada no fundo dos lagos. Pois da a eles uma temperatura favorável a vida, levando o gelo para a parte externa e conservando certa parte.*

Conclusão da equipe Chuva

1- Evidência (o que você observou nos experimentos?)

Foi observado nos experimentos que ao colocar o gelo na água líquida ele flutuou.

2- Justificativa (justifique as evidências com base em conhecimentos prévios e científicos)

Isso acontece por conta da ligação de hidrogênio, onde as moléculas da água em estado sólido ficam mais organizada e estáveis e em estado líquido ficam mais desorganizadas.

3- Conclusão /Explicação

Não afundou por conta da densidade da água, a densidade do gelo menor que da água líquida.

Fonte: Elaboração própria.

As respostas da equipe “Chuva”, apresentadas no Quadro 5, estão corretas, porém não há justificativas detalhadas. A equipe “Nevasca” conseguiu elaborar respostas com mais informações, compreendendo a influência da mudança de estado físico na organização das moléculas, volume e densidade da água, ao mesmo tempo em que conseguiram justificar por que os lagos não congelam por completo, contribuindo para a manutenção da vida aquática.



A informação, a seguir, foi extraída do Relatório de observação correspondente à etapa 1: “Água: fonte de vida”: “*Alguns alunos afirmaram que assistiram os experimentos e/ou consultaram as fontes de pesquisa, contudo a maioria não respondeu, permaneceu em silêncio, então possivelmente nem todos consultaram o material disponibilizado no site*”. Essa descrição justifica o melhor desempenho de uma equipe em relação à outra.

A conclusão da equipe “Chuva” apresenta a mesma ideia da hipótese, mas agora consta a compreensão dos estudantes sobre a organização molecular da água nos diferentes estados físicos. Apesar da equipe não expressar textualmente a razão do estado sólido favorecer a maior organização das moléculas, as respostas das questões norteadoras demonstram que os estudantes entenderam a influência do nível de organização das moléculas na densidade da água. Desse modo, a explicação não especifica todos os aspectos envolvidos na alteração da densidade água em função de seu estado físico, mas já contém mais informações em relação à hipótese inicial. A equipe “Nevasca” apresenta ideias bem articuladas sobre a influência da temperatura na energia cinética das moléculas de água e seus efeitos na estrutura espacial e densidade desta substância. Esta informação revela que esta equipe consultou e estudou o material de pesquisa: “Fonte 2: referente ao experimento 3 e 4”, disponível no site: <<https://sites.google.com/view/e1-aguafontedevida-vdigital/p%C3%A1gina-8>>. Isto explica o melhor desempenho na articulação de ideias expressas nas respostas desta equipe.

Quadro 6 – Respostas às perguntas norteadoras e conclusões formuladas pelos estudantes sobre a situação-problema 3 que investigaram durante a aplicação da SDI- “Água: Fonte de vida”.

Respostas às perguntas norteadoras referentes ao experimento 5 elaboradas na fase de exploração de dados
1-O que você observou ao final do (s) experimento (s)? Elabore uma explicação para o que você observou em cada experimento analisado. <ul style="list-style-type: none">• Resposta da equipe Nevasca: <i>É possível observar que ao final do experimento, a temperatura da areia é maior do que a da água, mesmo sendo exposta pela mesma quantidade de tempo e de calor em ambas, isso ocorre devido ao calor específico da água ser maior que o da areia, logo, a temperatura da areia pode variar facilmente.</i>
2- O que é calor específico? <ul style="list-style-type: none">• Resposta da equipe Nevasca: <i>É a quantidade de calor que cada substancia possui particularmente, o calor específico equilibra a temperatura de cada substancia.</i>



3 - Qual a vantagem do corpo dos seres vivos ser formado em sua maior parte por água?

- Resposta da equipe Nevasca: *A vantagem de não possuir uma grande facilidade de variação de temperatura, pois causaria vários danos a saúde, inclusive a morte em casos de altíssimas ou baixíssimas temperaturas.*

Conclusão da equipe Nevasca

1- Evidência (o que você observou nos experimentos?)

No experimento ver-se que a água e a areia, expostas à mesma quantidade de calor e em mesmo intervalo de tempo vão variar sua temperatura, sendo que uma vai esquentar mais rápido que a outra. Isso por fatores associados à propriedades da água.

2- Justificativa (justifique as evidências com base em conhecimentos prévios e científicos)

A água possui um calor específico igual a 1, já a areia corresponde a 0,2, o que explica o fenômeno, pois devido ao calor específico da areia ser mais baixo, ela tem uma maior facilidade de oscilação de temperatura, já a água possui uma certa estabilidade e conseqüentemente baixa variação de temperatura.

3- Conclusão /Explicação

Por causa da diferença do calor específico da areia (baixo calor específico) e da água (alto calor específico). O calor específico é a grandeza física que indica quanto um corpo variará de temperatura quando a ele for fornecido calor. O fato da areia possuir baixo calor específico significa que é necessário fornecer pouca energia solar para que a areia aumente sua temperatura. Em contrapartida, o alto calor específico da água do mar indica que vai ser preciso de mais energia (em comparação com a areia) para que ela aqueça até chegar a mesma temperatura do solo arenoso. Ou seja, como a areia absorve calor mais facilmente, sentiremos ela quente logo. Já no caso da água, ela esquentará, mas não na mesma proporção nem velocidade que a areia. Dessa forma, sentiremos a água fria.

Fonte: Elaboração própria.

Analisando as respostas às perguntas norteadoras (Quadro 6) e as hipóteses dos estudantes (Quadro 2), percebemos que a equipe confirmou sua ideia inicial e um estudante desta equipe conseguiu reparar um equívoco que cometeu na hipótese, ao dizer que “a areia recebe mais calor que do que a água”. Na conclusão eles relatam que o calor e a água estão “*expostos à mesma quantidade de calor e em um mesmo intervalo de tempo*”. Isso ocorreu porque a equipe percebeu, no experimento 5, que as variáveis tempo e nível de exposição à fonte de calor foram as mesmas para a água e para a areia. Assim, o estudante já passa a relacionar as divergências na temperatura das substâncias quanto ao calor específico de cada uma delas. Além disso, a equipe demonstrou que construiu entendimento sobre o conceito de calor específico, porque notamos uma reformulação neste conceito quando comparamos a resposta da questão norteadora 2 com o texto da conclusão. Eles também ressaltaram a importância do alto calor específico da água para a manutenção da vida. Portanto, nesta equipe alguns alunos mudaram sua percepção inicial e outros confirmaram sua hipótese, reformulando conceitos e acrescentando novas



informações, tendo como resultado a produção de um texto com maior nível de complexidade.

Quadro 7 – Respostas às perguntas norteadoras e conclusões formuladas pelos estudantes sobre a situação-problema 4 que investigaram durante a aplicação da SDI - “Água: Fonte de vida”.

Respostas às perguntas norteadoras referentes ao experimento 6 e 7 elaboradas na fase de exploração de dados
<p>1- O que você observou ao final do (s) experimento (s)? Elabore uma explicação para o que você observou em cada experimento analisado.</p> <ul style="list-style-type: none">• Resposta da equipe Granizo: <i>No experimento 6 a água fica "presa" no vidro da extremidade com menos espaço entre as lâminas. O espaço curto entre as duas superfícies facilita a movimentação das moléculas. No experimento 7 a flor muda sua coloração por meio da água absorvida pelos vasos condutores da planta. Essa coloração demonstra como ocorre a distribuição dos nutrientes e da água pelas plantas.</i>• Resposta da equipe Granizo: <i>Experimento 6: o nível do líquido estava mais alto na extremidade onde as lâminas estão mais juntas, é possível concluir que o líquido subiu através da lâmina e se manteve lá devido a tamanha proximidade das lâminas impedindo que o líquido retorne a seu recipiente original e facilitando o fenômeno da coesão. Experimento 2: as pétalas das flores ficaram tingidas devido a processo de condução da água que as plantas apresentam.</i>• Resposta da equipe Nevasca: <i>Nos dois experimentos houve um fator chamado de capilaridade, que é a propriedade da água de subir ou descer tubos, principalmente nos mais finos (será mais rápido). A capilaridade está diretamente relacionada com a coesão (moléculas se unem entre si) e adesão (moléculas aderem os vasos, para facilitar a subida).</i>
<p>2- Quais fatores determinam a altura que o líquido atinge? O que muda ao longo dos comprimentos das duas lâminas?</p> <ul style="list-style-type: none">• Resposta da equipe Granizo: <i>O espaçamento entre as duas lâminas. Em uma extremidade há mais espaço entre as lâminas enquanto na outra, estão mais distantes.</i>• Resposta da equipe Granizo: <i>O espaço entre ela onde uma das ponta está junta e a outra está um pouco distante.</i>• Resposta da equipe Nevasca: <i>A adesão e coesão; Na parte mais finas as moléculas se ligam mais rapidamente por estarem mais próximas.</i>
<p>3- A água sobe mais alto no espaço onde as lâminas estão mais próximas ou mais distantes?</p> <ul style="list-style-type: none">• Resposta da equipe Granizo: <i>Mais próximas.</i>
<p>4- As moléculas de água parecem ser atraídas para o vidro?</p> <ul style="list-style-type: none">• Resposta da equipe Granizo: <i>Sim.</i>• Resposta da equipe Nevasca: <i>Sim. Dá a impressão, mas elas aderem ao vidro (adesão) e uma vai puxando a outra molécula (coesão).</i>
<p>5- O que significa coesão e adesão? Por que esses fatores são importantes para a manutenção da vida?</p> <ul style="list-style-type: none">• Resposta da equipe Granizo: <i>COESÃO é a capacidade de ligação entre moléculas de água através do hidrogênio presente nestas moléculas. ADESÃO é a capacidade de aderência da molécula da água a outras substâncias através da polaridade. São responsáveis pela capacidade que a água possui de molhar (se ligando a outras superfícies) e pela capilaridade que leva nutrientes e água para as plantas. Coesão é o fenômeno em que as moléculas de água se ligam umas as outras através da ligação de hidrogênio. Adesão trata-se da capacidade de aderência das moléculas de água através da polaridade.</i>• Resposta da equipe Nevasca: <i>COESÃO: Ligação entre as suas moléculas; ADESÃO: Ligação</i>



de duas moléculas diferentes. Sua importância é principalmente nas árvores e plantas na questão da capilaridade, permitindo a entrada de nutrientes.

6-Como a água consegue fluir das raízes até as folhas nos vegetais, contra a força da gravidade?

- Resposta da equipe Granizo: *Através da coesão e da adesão que permite que as moléculas se locomovam, levando água até os pontos mais altos. Pelo processo de adesão, a molécula se prende as paredes das superfícies e pelo de coesão, formam uma espécie de tecido que a cada nova ligação, move-se para cima.*
- Resposta da equipe Granizo: *Através da adesão e coesão. A propriedade de adesão faz com que as moléculas se prendam as paredes dos capilares e a coesão faz com que elas se liguem uma outra de forma que se locomovem para cima.*
- Resposta da equipe Nevasca: *Por conta da adesão e coesão que juntas são a capilaridade. Por conta da adesão e coesão que se juntas, realizam a capilaridade.*

Conclusão da equipe Granizo

Conclusão diverge da proposta da atividade

Fonte: Elaboração própria.

Analisando o Quadro 7, percebemos que, a partir da análise e reflexão dos experimentos 6 e 7, os alunos explicitaram sua compreensão sobre as forças de coesão, adesão e capilaridade, construindo o entendimento sobre a importância destas propriedades da água para o transporte de nutrientes nas plantas. A conclusão da equipe granizo não contemplou a proposta da atividade, pois não faz referência à situação-problema, trata-se de um texto extraído de uma fonte de pesquisa.

Quadro 8 – Respostas às perguntas norteadoras e conclusões formuladas pelos estudantes sobre a situação-problema 5 que investigaram durante a aplicação da SDI - “Água: Fonte de vida”.

Respostas às perguntas norteadoras referentes ao experimento 8 e 9 elaboradas na fase de exploração de dados

1- O que você observou ao final do (s) experimento (s)? Elabore uma explicação para o que você observou em cada experimento analisado.

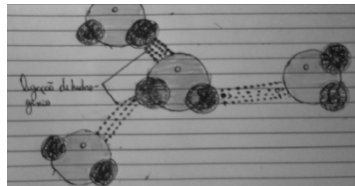
- Resposta da equipe Geada: *O experimento analisado demonstra a variação das polaridades das moléculas, em especial, a água. Nesse sentido é usado a lei da atração e repulsão para justificar suas interações. Dependendo da quantidade de elétrons um composto pode ter cargas negativas ou positivas. Partículas de cargas iguais se repelem, enquanto as opostas se atraem.*
- Resposta da equipe Nevasca: *Que existem moléculas que juntam à água e outras não. As que se juntam são por conta da força de atração (ex: o NaCl com o H₂O) e as que se afastam são por conta da força de repulsão (ex: o CH₄ e o H₂O).*

2 - A atração elétrica que ocorre entre a água e o canudo também ocorre entre as moléculas de água?

- Resposta da equipe Geada: *Sim, como a água é um composto polar, o pólo positivo da molécula atrai o pólo negativo de outra, o que resulta em uma atração eletrostática. Devido o hidrogênio ter uma eletromagnetividade menor que o oxigênio, ele é atraído.*
- Resposta da equipe Nevasca: *Sim, uma força de atração.*



3- Resuma quais padrões você notou até agora usando o kit de moléculas magnéticas. Represente, por meio de desenho, como as moléculas interagem.



4- Quais átomos da tabela periódica são representados pelas diferentes cores? Como você sabe?

- Resposta da equipe Geada: *No experimento da professora Jordânia, apresentando as relações intermoleculares e a polaridade dos compostos podemos perceber as seguintes cores: Vermelho representando o oxigênio; azul representando o hidrogênio; amarelo representando o sódio; o roxo representando o cloro e o verde representando o metano.*

5- Que tipos de moléculas são atraídas umas pelas outras? Que tipos se repelem?

- Resposta da equipe Geada: *Uma molécula polar atrai uma molécula polar nas suas regiões opostas correspondentes (A exemplo disso temos o $\text{Na}+\text{Cl}^-$ e a própria água H_2+O^- , em que o átomo de sódio é atraído pelo de Oxigênio e o de Cloro é atraído pelo de hidrogênio). Em contrapartida, moléculas apolares se repelem de moléculas polares, uma vez que não há desigual distribuição de elétrons na primeira.*
- Resposta da equipe Nevasca: *Atraídas: polares, Repelidos: Apolares*

6- Por que a água é uma molécula polar? O que isso significa?

- Resposta da equipe Geada: *Porque a soma das forças exercidas pelos átomos componentes de sua molécula resulta em um momento dipolar diferente de zero. Além disso, o átomo de oxigênio por ser mais eletronegativo e ter um par de elétrons livres dentro da molécula. Isso significa que a molécula possui uma desigual distribuição de elétrons, o que acaba gerando um polos positivos e negativos nela.*
- Resposta da equipe Nevasca: *Porque tem dois polos um positivo e outro negativo.*

7- Por que a água é considerada solvente universal?

- Resposta da equipe Geada: *Por ser bastante versátil no que diz respeito à quantidade de solutos capaz de se dissolverem nela. Dissolve, no geral, todos os compostos iônicos e polares.*
- Resposta da equipe Nevasca: *Porque tem uma vasta capacidade de solver (juntar-se) a várias substâncias.*

8- Qual a importância da polaridade para a vida?

- Resposta da equipe Geada: *Antes de tudo, é importante destacar que a água é essencial para a manutenção da vida na terra devido suas propriedades, dentre elas a polaridade. É por meio da polaridade da água que muitos processos fisiológicos humanos acontecem, bem como nos processos biológicos em plantas (no transporte da seiva), e também nos ecológicos no que tange à manutenção de vida no ambiente aquático (tendo em vista o caráter anômalo da água que ocorre de 0 a 4 graus Celsius).*
- Resposta da equipe Nevasca: *Aumentam a capacidade de solubilidade, de junção entre as substâncias.*

Conclusão da equipe Geada

1- Evidência (o que você observou nos experimentos?)

As interações dos compostos apresentados, sejam eles na forma de ímãs para representar a variação das cargas elétricas. No experimento da água e a caneta percebe-se com maior amplitude o comportamento das moléculas no exercício de polaridade na eletrização da caneta.

2- Justificativa (justifique as evidências com base em conhecimentos prévios e científicos)



Os conhecimentos já apresentadas justificam a tese a partir dos experimentos e comprovações químicas e físicas, como é o caso das diferenças dos sinais de carga e como isso influencia nas interações para que sejam fortes e fracas. Também a compreensão sobre o modelo atômico para entender o compartilhamento de elétrons sejam elas covalentes ou iônicas.

3- Conclusão /Explicação

Posso concluir que os estudos aqui mencionados já averiguados pelos experimentos justificam e provam a teoria apresentada, como forma de entender as características singulares da água, essas que permitem a existência da vida, não só humanas mas uma biodiversidade por completo.

Fonte: Elaboração própria.

Apesar da conclusão (Quadro 8) da equipe “Geada” apresentar uma resposta vaga, pois não faz referência direta à situação-problema investigada, as respostas da equipe sobre as perguntas norteadoras trazem muitas informações. Tais informações revelam que, a partir da análise dos experimentos 8 e 9, os estudantes construíram ideias sobre as razões da natureza polar da água, eletronegatividade, distribuição de cargas elétricas na molécula de água, forças de atração e repulsão, e solubilidade entre as substâncias polares e apolares.

Apesar das conclusões das equipes “Neblina”, “Granizo” e “Geada” não se referirem diretamente à sua respectiva situação-problema, quando comparamos as hipóteses com as respostas das perguntas norteadoras de todas as equipes, verificamos que tais respostas apresentam uma quantidade maior de elementos que explicam as propriedades da água relacionadas ao problema investigado. Os estudantes conseguiram em suas respostas construir textos e desenho demonstrando com suas próprias palavras como entenderam os conceitos de coesão, adesão, tensão superficial, a influência das interações intermoleculares na densidade da água, seu calor específico e sua natureza polar. Este fato é de significativa importância a nível cognitivo, tendo em vista que para Freire (2021, p. 145):

a alfabetização é mais do que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio dessas técnicas, em termos conscientes. É entender o que se lê e escrever o que se entende. É comunicar-se graficamente. É uma incorporação [...] implica numa atitude de criação e recriação.

Durante as discussões e apresentação oral das conclusões, os estudantes apresentaram mais ideias do que registraram em seus textos. Isso evidencia que a comunicação escrita não demonstra, por si só, o nível de aprendizagem dos alunos, pois



por meio do diálogo com o professor o aluno pode expressar ideias mais complexas que não foram registradas nos textos. Dessa forma, podemos afirmar que o diálogo e a escrita são atividades complementares e fundamentais nas aulas, pois, o diálogo é importante para gerar, classificar, compartilhar e distribuir ideias em grupo, e a escrita se apresenta como instrumento de aprendizagem que realça a construção pessoal do conhecimento (OLIVEIRA; CARVALHO, 2005).

Por isso, para uma análise mais profunda sobre os conteúdos conceituais construídos pelos estudantes é importante realizar o registro em áudio das aulas e posterior transcrição das falas dos alunos, para captar ao máximo as ideias que emergem da investigação durante o diálogo. Essas diferentes formas de avaliar a aprendizagem dos conteúdos estão de acordo com as ideias de Carvalho (2019, p.10) ao mencionar que “as inovações didáticas devem estar ligadas a inovações na avaliação, pois uma nova postura metodológica em sala de aula torna-se inconsistente aliada a uma postura tradicional de avaliação”. Logo, podemos utilizar múltiplas formas de avaliar ao adotar uma abordagem de ensino investigativo. Isso aproxima o professor de uma visão mais ampla sobre o que realmente os alunos aprenderam durante as aulas.

3.2 Percepção dos estudantes sobre a importância de investigar problemas a partir da experiência vivenciada na SDI

Os alunos que concluíram a participação na SDI foram questionados sobre a importância de saber investigar problemas, apresentando em suas respostas três categorias principais: representa uma nova forma de aprender (37,5%); construção de soluções coerentes (37,5%); desenvolvimento da capacidade crítica (25%).

O ensino tradicional, segundo Briccia (2019), não oferece espaço à investigação e acaba, muitas vezes, reduzindo o estudo das Ciências a uma atuação tradicional, mecânica, restrita à memorização e operacionalização de exercícios. Entretanto, o ensino por investigação proporciona aos estudantes um ambiente de aprendizagem em que possam questionar, agir e refletir sobre os fenômenos, construindo conhecimentos e habilidades e desenvolvendo autonomia de pensamento, tudo isso de forma ativa, interativa e colaborativa (SCARPA; CAMPOS, 2018). Por isso os estudantes entendem que saber investigar problemas representa uma nova forma de aprender



(primeira categoria), diferente das tradicionais formas de estudo.

Conforme Scarpa e Campos (2018), a investigação a partir do estímulo ao raciocínio argumentativo contribui com a formação crítica dos estudantes, empoderando-os com ferramentas cognitivas para tomar decisões embasadas ou avaliar afirmações, no seu cotidiano. Sendo assim, ao investigar problemas se exercita o raciocínio argumentativo por meio do qual se elabora soluções coerentes. Assim, o estudante pode desenvolver a capacidade crítica e atuar na tomada de decisões na sociedade.

3.3 Avaliação dos professores sobre o plano de aula, realizada antes da aplicação da sequência didática – Água: fonte de vida.

A SDI: “Água: fonte de vida” foi submetida à avaliação, onde observamos que os dois professores de biologia avaliaram positivamente as atividades propostas em relação aos objetivos, conteúdos, estrutura didática, interdisciplinaridade e alterabilidade, discordando apenas quanto ao tempo destinado às atividades, pois apenas um dos professores concordou que a quantidade de conteúdo estava adequada ao tempo proposto.

Algumas considerações e sugestões foram tecidas no relato de ambos os professores. O primeiro participante fez um comentário sobre aspectos voltados para a importância de um ensino construtivista, quando afirma que a sequência didática proposta:

motiva o ensino ativo, a participação do aluno no processo de construção do conhecimento. A resolução de situações problemas é uma metodologia ativa que estimula a criatividade e desenvolve a tomada de atitude dos estudantes, preparando-os para os desafios da vida real. (Professor 1).

O segundo participante pontuou algumas sugestões:

Sugestão 1: Rever na cruzadinha o item 7 (trata de gelo flutuar na água líquida) poderia tratar de diferença de densidade devido a formação de retículo cristalino no gelo. A solidificação da água diminui a mobilidade das moléculas, deixando espaço entre elas, tornando o gelo menos denso que a água líquida. Pois do modo que está posto no item 7, dá a entender que apenas na água sólida existem as pontes de hidrogênio. Sugestão 2: Veja a necessidade de maior tempo para discussão dos temas entre os alunos (sugiro 3 ou 4 h/a). Sugestão 3: Acredito que a temática deveria ser aplicada no 1º ano do Ensino Médio (ao invés do 2º ano). (Professor 2).



A primeira sugestão foi acatada, sendo realizada a correção da cruzadinha (esta atividade oferece a oportunidade para o professor sistematizar as informações que os alunos estudaram ao longo da investigação, sugerindo que os mesmos, coletivamente, respondam perguntas relacionadas às propriedades da água e preencham as lacunas da cruzadinha com suas respostas). A segunda sugestão propõe uma carga horária de 3 ou 4 h/a para discussão dos temas, contudo no plano de aula consta o desenvolvimento de quatro encontros síncronos de 4h/a, cada um deles. Então, para facilitar a compreensão do leitor, foi descrito a duração de cada encontro síncrono e o valor total de horas aulas. A terceira sugestão foi acatada, sendo adicionada ao plano de aula a possibilidade de executar a sequência didática no 1º ano do ensino médio.

4 Considerações Finais

Concluimos que, em termos de conteúdos biológicos, os estudantes foram capazes de: construir relações entre coesão, tensão superficial e peso do material depositado sobre a água; 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 reconhecemos que no processo avaliativo é importante analisar o que os alunos conseguiram construir ao invés de identificar o que eles sabem e o que não sabem. É relevante reconhecer o quanto evoluíram a partir do que já sabiam.

Verificamos que alunos e professores avaliam positivamente o ensino por investigação, sobretudo no que diz respeito ao estímulo à interatividade e participação ativa dos estudantes no processo de construção do conhecimento. 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 estimula o desenvolvimento de novas pesquisas sobre a alfabetização científica na Educação Básica.

O exercício da práxis que desempenhamos nesta pesquisa nos mostra que o ensino por investigação contribuiu para reposicionar o aluno 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 persistência do(a) professor(a).

Referências

ANDRADE, G. T. B. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Rev. Ensaio**. Belo Horizonte. v.13. n.01. p.121-138, jan-abr, 2011.

ATROCH, R. F. S. **Cianobactérias e poluição da água: uma Sequência didática para o ensino de ciências Ambientais**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Ensino em Ciências Ambientais) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRICCIA, V. Sobre a natureza da Ciência e o ensino. *In*: CARVALHO, A. M. P. de.(Org.) **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2019. cap. 3, p. 111 – 128.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (Org.) **A Necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

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**. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

DAMIANI, M. F. ROCHEFORT, R. S. CASTRO, R. F. DARIZ, M. R. PINHEIRO, S. S. **Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica**. Pelotas, 45, 2013.

EITERER, C. L. **Metodologia de pesquisa em educação**. Belo Horizonte: UFMG, Faculdade de Educação, 2010.

FREIRE, P. **Educação como prática de liberdade**. 51. ed. Rio de Janeiro. Paz e Terra, 2021.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

OLIVEIRA, C. M.; CARVALHO, A. M. P. Escrevendo em aulas de Ciências. **Rev. Ciência e Educação**, v. 11, n. 3, p. 374-366, 2005.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.



PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

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

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Rev. Investigações em Ensino de Ciências**, v 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Rev. Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, 2018.

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**. [S.l.:s.n.], 2019, cap. 3, p. 41 – 62.