



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

KELLVIN JORDAN NASCIMENTO DA SILVA

ELABORAÇÃO DE CASOS INVESTIGATIVOS, VISANDO CATEGORIZAR E CLASSIFICAR O NÍVEL DE ALFABETIZAÇÃO E LETRAMENTO CIENTÍFICO EM JOVENS DO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO.

Área de Concentração: Química

Linha de Pesquisa: LP4 – Novos materiais

ILHÉUS – BA
2023

1. Apresentação

Este é um produto educacional obtido a partir de um estudo apresentado em dissertação de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI intitulada Categorização dos níveis de alfabetização científica e do letramento científico de estudantes do ensino médio utilizando o TACB e a aplicação de casos investigativos.

O presente material tem o intuito de servir como suporte para avaliação dos níveis de letramento científico, especificamente em química, a serem diagnosticados em alunos do ensino médio, também ser utilizada como uma metodologia ativa no processo de construção do conhecimento em química desses estudantes.

2. Introdução

A alfabetização científica e o letramento científico são essenciais em uma sociedade cada vez mais baseada na ciência e na tecnologia (SASSERON, 2017). A ciência desempenha um papel fundamental na compreensão do mundo natural e seus fenômenos (GIRALDELLI; DE ALMEIDA, 2008). Com isso, a alfabetização e o letramento científico capacitam as pessoas a entender os princípios científicos por trás dos eventos diários, como mudanças climáticas, avanços médicos, tecnologias emergentes, entre outros. Isso permite que os indivíduos tomem decisões informadas e participem de debates públicos sobre questões científicas (GOMES, 2015). Também promovem o desenvolvimento do pensamento crítico, uma vez que os indivíduos são incentivados a analisar e avaliar evidências científicas, questionar suposições e tomar decisões com base em informações confiáveis (MOSINAHTI, 2018) – evitando a disseminação de informações falsas e crenças infundadas.

No entanto, a preocupação com a inserção de conteúdos relacionados à educação científica no Brasil ocorreu de forma tardia, sendo incorporada ao currículo escolar nos anos de 1930, com a Reforma Francisco Campos, um marco importante nesse sentido, que estabeleceu uma nova estrutura para o ensino secundário e técnico, com a inclusão de disciplinas científicas de forma mais sistemática, dando início a um processo de busca para sua inovação (KRASILCHIK, 1980), uma vez que, em tempos mais remotos, por volta da década de 1870, o governo imperial promovera uma série de reformas educacionais, buscando modernizar o sistema de ensino promovendo a inclusão de disciplinas científicas nas escolas, mas que ainda

não tinham um lugar fixo e organizado na matriz curricular que, até então, era marcado predominantemente pela tradição literária e clássica herdada dos jesuítas (SANTOS, 2007). Logo, promover a educação científica é imprescindível e, para isso, é necessário desenvolver no indivíduo habilidades básicas indispensáveis para compreender conceitos científicos, utilizando a linguagem científica de forma básica (PINHEIRO, 2005). Também é importante envolver o aprendizado dos princípios fundamentais da ciência, como o método científico – a observação, a formulação de hipóteses, a coleta de dados e a interpretação de resultados.

Nesses aspectos, a alfabetização científica é geralmente voltada para o nível educacional básico e busca fornecer uma base sólida de conhecimentos científicos para os estudantes. O letramento científico, por sua vez, vai além da alfabetização científica básica, pois envolve a capacidade de compreender, analisar e avaliar informações científicas de maneira crítica (CUNHA, 2017). Além disso, permite que as pessoas apliquem o conhecimento científico em situações do mundo real, que tomem decisões informadas, também participem de discussões sobre questões científicas e tecnológicas – se caracterizando como um nível mais avançado de compreensão e é geralmente associado a um nível educacional mais alto, como o ensino médio e o ensino superior.

Dentro desse contexto, o ensino de Química desempenha um papel fundamental na promoção do letramento e da alfabetização científica. No aspecto relacionado ao conhecimento do mundo natural, a Química, como uma ciência central, estuda a matéria, suas propriedades, composição e transformações. A partir disso, os estudantes aprendem sobre os diferentes elementos, compostos e reações químicas que ocorrem em seu cotidiano, estabelecendo conexões entre fenômenos químicos e suas aplicações. Além disso, o pensamento crítico e resolução de problemas também são desenvolvidos através das análises e interpretações dados experimentais, a formulação de hipóteses e conclusões baseadas em evidências. Essas habilidades são essenciais, pois capacitam os alunos a tomar decisões informadas e a resolver problemas habituais.

Quanto a abordagem do ensino de Química, é difundida a ideia de que o ensino centrado no conteúdo, levando em consideração as constantes mudanças da sociedade, não corresponde com as expectativas da contemporaneidade (ARAGÃO, 2014). Além do mais, os alunos, ainda nos anos iniciais de formação, já chegam à escola com um repertório amplo de representações e explicações da realidade e tal

bagagem de conhecimentos deve ser valorizada dentro da sala de aula (DI ROMA, 2015). Diante desse panorama ao qual a educação brasileira atual se insere, espera-se que professores de química estejam cientes dessa demanda para que possam contribuir para a promoção e mediação dos saberes que os próprios docentes também têm adquirido ao longo da sua formação intelectual e cultural. Nessa perspectiva, o professor tem um papel estratégico, exercendo a função de tradutor da ideia oficial para o contexto da prática (CRUZ, 2007).

Tanto o “letramento científico” (SANTOS, 2007; CUNHA, 2017), quanto a “alfabetização científica” (CHASSOT, 2000-2003; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001) se configuram como importantes linhas de investigação, voltadas a responder à incapacidade da escola em dar aos alunos os elementares conhecimentos necessários a um indivíduo alfabetizado (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001). Com isso, é recomendada a elaboração de um currículo pautado não só na apresentação de conceitos científicos, informações e divulgação de aspectos científico-tecnológicos, mas um ensino centrado na problematização que envolva esses aspectos e na compreensão das interações Ciência, Tecnologia e Sociedade. (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Na literatura, compreensões de professores sobre interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) têm sido apontadas como um dos pontos de estrangulamento, emperrando, muitas vezes, a contemplação do enfoque CTS no processo educacional. (AULER; DELIZOICOV, 2006, p. 338).

No ensino de química, é fundamental fomentar a preocupação acerca das implicações sociais da ciência e da tecnologia, com os riscos e os benefícios de cada avanço científico ou tecnológico, considerando a sua devida importância. Faz-se necessário, portanto, identificar e analisar a existência, ou não, de inquietações (ideias, questionamentos, sugestões etc.), quanto a mediação do letramento científico na Educação Básica, de modo que, esse desenvolvimento seja favorável e significativo no processo de ensino-aprendizagem (CHASSOT, 2003).

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) realiza avaliações periódicas de competências em leitura, matemática e ciências por meio do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) que avalia estudantes de 15 anos de idade em diversos países, incluindo o Brasil. No último ciclo de avaliação do PISA, o Brasil teve um desempenho abaixo da média global em todas as áreas avaliadas, ficando abaixo da média da organização e de muitos

outros países participantes (INEP, 2019). Entretanto, é importante ressaltar que o desempenho em testes padronizados como o PISA não é o único indicador da qualidade da educação em ciências em um país. Existem outros fatores a serem considerados, como a disponibilidade de recursos, a formação de professores, as políticas educacionais e o acesso a oportunidades de aprendizagem em ciências.

Outras formas de avaliação têm sido desenvolvidas ao longo dos anos. Diversos estudos e pesquisas que visam mensurar os níveis de concepções voltadas para a alfabetização e/ou letramento científico, que são periodicamente publicadas, ressaltam a relevância que se tem em conhecer tais percepções apresentadas pelos estudantes sobre alguma área do conhecimento, no intuito de se mapear potencialidades, deficiências e fomentar a busca por soluções para a melhoria do processo de construção do conhecimento científico. Uma ferramenta eficaz para mensurar níveis de alfabetização científica é o Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB) desenvolvido por Laugksch e Spargo (1996), pois abrange questionamentos que vão ao encontro das inquietações de outros pesquisadores da área.

Diante do exposto, a relevância desta pesquisa consiste em categorizar os níveis de letramento científico apresentados pelos alunos do ensino médio, da rede estadual, localizados no distrito de Arraial d'Ajuda, município de Porto Seguro – Bahia, a fim de obter informações importantes acerca dos possíveis fatores que colaboram para o desempenho apontado nas avaliações que indicam o rendimento dos estudantes. Para isso, foi realizada uma adaptação do TACB e aplicado a esses estudantes. Além do teste citado, para mensurar os níveis de letramento científico, o presente estudo elaborou e aplicou casos investigativos abordando conteúdos de química, a fim de verificar a aptidão dos estudantes em compreender, avaliar e solucionar os problemas apresentados pelos estudos de casos, que por sua vez é classificada com uma metodologia ativa para a construção da aprendizagem no campo das ciências da natureza.

3. Elaboração casos investigativos

Foram elaborados cinco casos investigativos cujo tema principal é *Processo de Separação de Materiais* (ou Separação de Misturas). Ao final de cada situação

descrita, é solicitado ao grupo de alunos que apresente uma solução para o problema trazido pelo caso, descritos a seguir:

Quadro 1 – Caso investigativo “O Sal Valioso”.

O Sal valioso

“Vocês fazem parte de um grupo de cinco escoteiros que resolve ir acampar na praia.

O chefe dos escoteiros, que liderava o grupo de vocês, era o responsável por levar os mantimentos.

Chegando à praia, quando foi arrumar sua mochila, o Chefe deixou o sal cair na areia. Ele fica extremamente transtornado porque precisava muito do sal, mas não sabia como recuperá-lo. Ele só não contava que havia vocês, escoteiros espertos podem resolver essa situação”.

Qual a solução que vocês encontraram para recuperar o sal que havia sido “perdido”?

Fonte: Criado pelo autor

Quadro 2 – Caso investigativo “A melhor equipe, cuida do melhor do mundo”

A melhor equipe, cuidando do melhor jogador.

Vocês trabalham no laboratório de análises clínicas da equipe de saúde de um importante clube de futebol mundial. Em um jogo válido pelo campeonato nacional, o artilheiro da equipe se machucou.

Por se tratar do jogador mais importante do time, todos devem se mobilizar para que ele retorne o mais rápido possível aos gramados. Um dos métodos que têm sido muito utilizados na recuperação de atletas lesionados é o tratamento com plasma sanguíneo rico em plaquetas (PRP).

A recuperação do craque do time está em suas mãos. De que forma é possível obter o PRP e ajudar o jogador e o time?

Fonte: Criado pelo autor

Quadro 3 – Caso investigativo “Um acidente na joalheria”.

Um acidente na joalheria

Fernando é um joalheiro que produz suas joias desde o processo de fundição e preparo de ligas metálicas.

Para facilitar os processos e ter medidas mais exatas das quantidades dos metais que vai usar, ele costuma comprar os metais em pequenos pedaços de 1cm³.

Certo dia durante o trabalho, Fernando esbarrou em um armário, derrubando suas vasilhas com os metais. Três materiais acabam se misturando: aço, alumínio e cobre. Fernando conseguiu juntar a mistura, mas precisa dos materiais separados.

Vocês trabalham, que trabalham na mesma joalheria com o Fernando, com base nos seus conhecimentos sobre separação de materiais devem elaborar um método prático para ajudar a resolver esse problema do joalheiro.

Fonte: Criado pelo autor

Quadro 4 – Caso investigativo “Sobrevivendo em tempos difíceis”.

Sobrevivendo em tempos difíceis

Vocês fazem parte de um grupo de missionários que seguiram para uma missão para cuidar de cidadãos em um campo de refugiados, em uma zona de guerra.

Nesse local tudo é muito difícil para se conseguir, principalmente alimentos.

O grupo levou uma grande quantidade de alimentos, mas que, devido a grande quantidade de refugiados, rapidamente diminuiu o estoque de alimentos.

Para preparar alguns alimentos para o grupo, é necessário ter óleo de soja e, ao seguir pelo campo, um integrante do grupo deixou com que quase todo o óleo derramasse e se misturasse com a areia.

Em situação de guerra, sabe-se que nada pode ser desperdiçado e toda oportunidade deve ser bem aproveitada. Como seria possível recuperar o óleo que derramou e se misturou com a areia?

Fonte: Criado pelo autor

Quadro 5 – Caso investigativo “Salvando Aves Marinhas”.

Salvando “Aves Marinhas”.

São chamadas de aves marinhas as espécies que consomem peixes localizados nos mares ao longo da superfície do globo terrestre.

Alguns desses peixes, que são presas dessas aves, dividem o seu espaço com tubulações por onde passa petróleo explorado na região do pré-sal.

Vocês, alunos do Colégio Estadual Arraial d’Ajuda, observaram que algumas dessas aves estavam cobertas por uma camada densa de óleo preto. Rapidamente informaram às autoridades que naquelas proximidades havia um vazamento de petróleo no mar.

No entanto, a missão ainda não está concluída, pois aquelas aves precisam ter esse óleo removido das suas penas, pois elas estavam incapacitadas de se locomover.

Como proceder nesse caso? Como e qual seria o processo de separação utilizado para remover esse óleo?

Fonte: Criado pelo autor

3.1. A escolha do tema “separação de misturas” para elaboração dos casos investigativos

O tema escolhido para a elaboração e aplicação dos estudos de casos foi separação de misturas. Essa escolha se deu devido a este ser um conteúdo,

normalmente mediado nas aulas de química, que apresenta certa facilidade em ser contextualizado. Outro fator que foi relevante para a sua escolha reside no fato de que este é um tema que também exige o desenvolvimento de competências necessárias para sua compreensão. Além disso, este conteúdo possui certa exigência de conhecimentos prévios (fato que se relaciona diretamente com a alfabetização científica) e a tomada de decisões (que por sua vez está voltado para o letramento científico). Por fim, o tema separações químicas, como pode ser também denominado, pode ser, de certa forma, desafiador assim como, pode auxiliar no desenvolvimento de algumas habilidades.

No tocante aos desafios, tem-se que tais dificuldades que podem ser apresentadas pelos estudantes, decorrem do processo de alfabetização científica, pois está diretamente ligada ao reconhecimento de aspectos relevantes ao conhecimento científico (SASSERON; MACHADO, 2017), tais aspectos são: a compreensão dos conceitos; a identificação das propriedades dos componentes; a escolha do método adequado e; a interpretação de informações e dados.

Os métodos de separação de misturas envolvem conceitos específicos, como solubilidade, densidade, ponto de ebulição, ponto de fusão, afinidade com solventes, entre outros (BARBOZA, 2021) – os alunos podem ter dificuldade em compreender esses conceitos e sua aplicação prática na seleção do método de separação adequado. Além disso, para selecionar o método de separação apropriado, os alunos precisam identificar as propriedades físicas ou químicas dos componentes da mistura que diferem entre si (MORAES, 2010) – isso requer uma análise cuidadosa e uma compreensão clara das características dos componentes envolvidos.

Também existem vários métodos de separação disponíveis, e cada um é mais apropriado para diferentes tipos de misturas. Os alunos podem ter dificuldade em escolher o método correto para uma determinada situação, considerando as propriedades dos componentes da mistura e o objetivo da separação. Para além disso, alguns métodos de separação requerem a interpretação de informações e dados experimentais, como a identificação de pontos de ebulição, solubilidades relativas, diferenças de densidade, entre outros (BARBOZA, 2021) – os alunos podem ter dificuldade em interpretar essas informações e aplicá-las corretamente para selecionar e executar o método de separação adequado.

Por outro lado, a aplicação deste tema, enquanto ferramenta de investigação pode contribuir para desenvolver diversas habilidades, como por exemplo: o

pensamento analítico; o pensamento crítico; a observação e análise e; a curiosidade científica.

O estudo dos métodos de separação de misturas requer a capacidade de analisar as propriedades dos componentes da mistura e identificar as diferenças que possibilitam a separação. Isso contribui para o desenvolvimento do pensamento analítico ao examinar as características físicas e químicas dos componentes e aplicá-las na seleção do método adequado (ERIG, 2021). Da mesma forma, a compreensão dos métodos de separação de misturas envolve a avaliação de diferentes opções e a escolha do método mais apropriado para uma determinada situação (BARBOZA, 2021) – os estudantes são incentivados a pensar criticamente sobre as propriedades dos componentes, as limitações dos métodos e os possíveis resultados, o que desenvolve sua capacidade de tomar decisões informadas.

Ainda em relação às potencialidades, nota-se que durante a realização dos métodos de separação de misturas, os alunos têm a oportunidade de praticar a observação cuidadosa dos fenômenos e a análise dos resultados obtidos (BARBOZA, 2021). Com isso, eles aprendem a identificar mudanças físicas e químicas, a interpretar dados experimentais e a tirar conclusões com base em observações e resultados quantitativos. Além disso, o estudo dos métodos de separação pode despertar a curiosidade científica dos estudantes. Eles começam a questionar por que e como esses métodos funcionam, exploram possíveis aplicações em diferentes áreas da ciência e desenvolvem um interesse mais profundo pela química e suas aplicações práticas (ERIG, 2021).

Em vista de tudo que fora mencionado, para superar possíveis dificuldades apresentadas pelos estudantes é importante fornecer acesso a materiais de estudo claros e bem estruturados, além de proporcionar a realização de práticas que possibilitem vivenciar os métodos de separação, como a discussão de casos práticos, a fim de contribuir para o desenvolvimento de uma compreensão mais abrangente dos conceitos químicos, estimulando a criatividade na busca por soluções, a promoção do pensamento científico e a preparação dos estudantes para estudos futuros relacionadas à química e às ciências em geral.

4. Aplicação dos estudos de casos

Ao utilizar os estudos de casos como metodologia, busca-se o reconhecimento e a reflexão dos estudantes perante situações que envolvem fenômenos científicos que exijam tomadas de decisão para a resolução de tais problemas. Para isso, foram elaborados casos investigativos cujo tema refere-se a aplicações dos métodos de separação de materiais.

No estudo em que esses casos investigativos foram empregados, tal aplicação se deu após averiguação dos níveis de alfabetização científica dos estudantes participantes da pesquisa – na ocasião, foi empregado o Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB) adaptado e aplicado para este estudo.

Os participantes foram agrupados de acordo com os níveis de alfabetização científica gerados a partir da aplicação do TACB, levando em consideração o nível de complexidade dos casos. O quadro 6 a seguir apresenta a disposição dos casos:

Quadro 6 – Distribuição dos casos mediante o conceito de Alfabetização Científica.

Título do caso	Grupo
“O Sal Valioso”	1) Alunos com conceito de Alfabetização “Construída”
“A melhor equipe, cuida do melhor do mundo”	2) Alunos com conceito de Alfabetização “Em Construção”
“Um acidente na joalheria”	3) Alunos com conceito de Alfabetização “Não Construída” e “Em construção”
“Sobrevivendo em tempos difíceis”	4) Alunos com conceito de Alfabetização “Em Construção”
“Salvando Aves Marinhas”	5) Alunos com conceito de Alfabetização “Construída”

Fonte: Criado pelo autor

A atividade foi realizada em um intervalo de duas semanas, descritas da seguinte maneira:

- Semana 01 – Durante três dias consecutivos, os estudantes se reuniram para discutir os casos;
- Semana 02 – Em dois dias consecutivos, os participantes concluíram os casos, socializaram e argumentaram seus resultados.

Após a entrega e discussão por parte dos alunos, os resultados obtidos dessa atividade foram tratados e discutidos neste trabalho.

5. Relato da aplicação e apreciações acerca dos casos investigativos

Após a distribuição e leitura dos casos, algumas indagações foram levantadas durante as discussões, de forma geral, e algumas respostas foram obtidas por parte de cada grupo, a fim de obter algumas informações relevantes a este estudo:

Professor: Que tipo de mistura está sendo descrita no caso?

Grupo 01: - *Mistura heterogênea.*

Grupo 02: - *É uma mistura heterogênea.*

Grupo 03: - *Uma mistura homogênea.*

Grupo 04: - *Mistura heterogênea.*

Grupo 05: - *Heterogênea.*

Em todos os casos, as misturas descritas são heterogêneas. O grupo 03, respondeu de maneira incorreta a este questionamento. Vale lembrar que a divisão dos grupos ocorreu de acordo com o conceito de alfabetização científica obtido através do TACB e neste grupo estão os participantes com os menores percentuais obtidos no teste. O caso 03, intitulado *Um acidente na joalheria*, descreve a situação acerca de pequenas ligas metálicas que estavam todas em seus respectivos compartimentos, mas alguém acidentalmente derrubou e todas elas caíram no chão e se misturaram.

Nas circunstâncias descritas, em que todas as ligas metálicas de cobre, alumínio e aço foram acidentalmente derrubadas e se misturaram, podemos considerar que a mistura resultante é heterogênea. Isso porque as ligas metálicas estavam em compartimentos separados anteriormente e só se misturaram após a queda. Logo, espera-se que haja regiões distintas na mistura onde as ligas metálicas se acumulam, criando uma mistura heterogênea.

Ao recolher todas as ligas metálicas misturadas e colocá-las em um mesmo lugar, a olho nu, é provável que sejam identificáveis como regiões distintas ou camadas diferentes dentro da mistura. Portanto, considerando as informações fornecidas, é possível concluir que a mistura resultante seria heterogênea.

Concluídas as indagações acerca do tipo de mistura, a discussão com os grupos seguiu e outro questionamento foi levantado:

Professor: Existe alguma outra mistura na história além da causada pela situação?

Grupo 01: - *Além da que a história mostra, não existe.*

Grupo 02: - *Não.*

Grupo 03: - *Não.*

Grupo 04: - *Não.*

Grupo 05: - *Não tem.*

O questionamento feito, tinha o intuito buscar informações acerca da concepção dos participantes sobre o reconhecimento dos materiais relatados pelos casos quanto à sua classificação enquanto substância ou mistura.

Considerando que são classificadas como mistura: a areia (apresentada nos casos 01 e 04) consiste em pequenos grãos de minerais, rochas e fragmentos de outros materiais; o sangue (apresentada no caso 02) que é composto por diferentes componentes, incluindo células sanguíneas, plasma e diversas substâncias dissolvidas; as próprias ligas metálicas (presentes no caso 03), que de modo geral, consiste na combinação de dois ou mais metais, de forma homogênea e; a água do mar (apresentada pelo caso 05) que é composta por água e uma variedade de substâncias dissolvidas, incluindo sais minerais, íons, gases dissolvidos, materiais orgânicos e partículas suspensas. Pôde-se constatar que os grupos 01, 02, 03, 04 e 05 não conseguiram atender às expectativas do questionamento feito – vale ressaltar que nenhum aluno dos grupos mencionados justificou ou tentou explicar, apenas informaram a resposta que julgaram como correta.

Após terem respondido à questão anterior, as discussões com os alunos seguiram e mais uma questão foi levantada para todos os grupos:

Professor: As misturas do caso apresentam fases?

Grupo 01: - *Sim, a areia e o sal quando se misturam formam uma fase cada.*

Grupo 02: - *A gente não sabe!*

Grupo 03: - *Sim, as fases dos estados sólidos dos metais.*

Grupo 04: - *Sim, tem a líquida que é o óleo e a areia, que é sólida.*

Grupo 05: - *Tem duas fases: Uma fase líquida, que é o óleo preto e a outra fase que também é líquida, a água do mar.*

O grupo 02 é composto com por alunos que apresentaram o conceito “Em construção”, a partir do percentual apresentado no TACB. O fato de não conseguir informar se no sangue existe algum outro tipo de mistura, além do próprio sangue, pode ter uma falta de conhecimento básico sobre a composição do sangue e sua natureza. Isso pode indicar uma lacuna na alfabetização científica no que diz respeito a conhecimentos de biologia e à composição química do sangue.

O grupo 03 não conseguiu expressar com clareza o sentido de fases em sua resposta. O grupo associou apenas ao estado de agregação da matéria – fato que pode ser levado em consideração. Contudo, ainda que a resposta dada estivesse relacionada à caracterização da mistura trazida pelo estudo de casos, existe incoerência nas respostas, se comparada à primeira pergunta feita ao grupo, cuja resposta dada era que a mistura apresentada era homogênea, logo, se apresentam fases, não pode ser homogênea.

Por outro lado, os grupos 01, 04 e 05 responderam corretamente, apresentando os exemplos dos componentes que são descritos em cada caso investigativo, indicando que conseguem ao reconhecer e identificar as fases de cada componente, seja em misturas heterogêneas, ou até mesmo em misturas homogêneas, demonstram um nível básico de alfabetização científica. Isso indica que possuem conhecimento sobre os conceitos de misturas e compreendem a diferença entre misturas homogêneas e heterogêneas – afinal, a capacidade de identificar as fases em uma mistura é importante para entender a composição e a natureza da mistura.

A partir disso, pode-se inferir que um indivíduo que consegue identificar as fases em misturas homogêneas e heterogêneas, demonstra uma compreensão básica de como os componentes se comportam e como eles podem ser separados ou tratados em diferentes contextos científicos. Ou seja, em termos relacionados ao letramento científico, alguém com tal conhecimento, além de reconhecer visualmente as diferentes fases, seria capaz de explicar por que as fases se formam, com base nas características físicas e químicas dos componentes. Essa pessoa é capaz de também discutir os métodos adequados para separar os componentes de uma mistura e prever possíveis resultados com base nas propriedades conhecidas das substâncias envolvidas.

As discussões sobre os casos prosseguiram com o levantamento de mais uma questão que foi respondida pelos grupos:

Professor: No caso, temos a presença de substâncias “puras”?

Grupo 01: - *Tem, o sal.*

Grupo 02: - *A gente acha que esse PRP é uma substância pura. Porque se ele é tirado do sangue e ajuda a tratar a lesão...*

Grupo 03: - *O cobre, o alumínio e o aço a gente sabe que são elementos químicos, então são puras.*

Grupo 04: - *Não.*

Grupo 05: - *Não tem substâncias puras.*

Em condições normais de temperatura e pressão, há compostos químicos que podem ser considerados substâncias puras, partindo do conceito de que uma substância pura é aquela que possui uma composição química definida e consiste em apenas um tipo de molécula ou átomo, ainda que o seu grau de pureza não chegue a 100%. Dos compostos apresentados pelos estudos de casos, a única substância pura é o sal, descrito pelo caso 01, intitulado *O Sal valioso*.

O sal de cozinha ou cloreto de sódio (NaCl) possui uma fórmula química bem definida e uma estrutura molecular consistente, também possui propriedades físicas e químicas características, como um ponto de fusão e de ebulição específicos, 801 °C e 1465 °C, respectivamente. Além disso, sua composição química é uniforme em todas as partes da amostra (SILVA et al, 2020). Por isso, algumas fontes podem referir-se ao sal de cozinha como uma substância pura devido à sua composição química constante. Na química, a classificação de uma substância como pura ou mistura pode variar dependendo do contexto em que está sendo discutido. Nesse caso específico, é mais apropriado considerar o sal de cozinha como uma substância pura. Vale ressaltar, entretanto, que o sal de cozinha comercial pode conter pequenas quantidades de impurezas, como traços de outros sais minerais, mas essas impurezas estão presentes em quantidades muito baixas e não alteram significativamente a natureza da substância principal, o cloreto de sódio.

Quanto a ser uma substância pura ou uma mistura, existem fontes que afirmam que o sal de cozinha é uma mistura

Em vista disso, pode-se então considerar que a resposta atribuída pelo grupo 01 está correta, assim como os grupos 04 e 05 ao afirmarem que não havia substâncias puras descritas em seus respectivos casos. Em contrapartida, os grupos 02 e 03 não responderam corretamente ao questionamento feito, bem como apresentaram argumentos inconsistentes e errôneos.

Em relação ao caso do grupo 03, sabe-se que nas CNTP é possível encontrar substâncias puras, como mencionado anteriormente, entre elas alguns metais, como o cobre e o alumínio que embora sejam encontrados naturalmente como substâncias puras, eles geralmente requerem processos de extração e purificação para serem obtidos em sua forma utilizável. Entretanto, o aço é uma liga de ferro e carbono, que também pode conter outros elementos adicionados intencionalmente para conferir propriedades específicas, como cromo, níquel ou molibdênio (ROMEIRO, 1997). Logo, existem alguns equívocos cometidos pelo grupo ao fazer tais afirmações acerca da existência de substâncias puras. Pois o argumento apresentado, apesar de atribuir a característica de substância pura a elementos químicos, estabelece uma conexão equivocada.

Do mesmo modo, o grupo 02 ao avaliar o caso investigativo apresentou um argumento errôneo em relação ao plasma rico em plaquetas (PRP), atribuindo a possível pureza do material à sua função fisiológica. O PRP é um produto derivado do sangue humano que passa por um processo de centrifugação para concentrar as plaquetas em um volume de plasma. O plasma sanguíneo, por si só, é uma mistura complexa de diferentes componentes, como água, proteínas, nutrientes, hormônios e outros elementos (CAVALCANTI, 2010) – logo, o PRP, mesmo que seja uma fração do plasma sanguíneo, ainda contém esses componentes adicionais, além das plaquetas concentradas, ou seja, é uma preparação mais concentrada de plaquetas em relação ao plasma sanguíneo normal, que além disso, não possui uma composição química fixa ou uma fórmula química definida. Sua composição pode variar dependendo de fatores como a metodologia de obtenção, as características individuais do doador e o processamento específico utilizado. Portanto, o PRP é considerado uma preparação biológica e não uma substância pura.

Um último questionamento foi feito aos alunos participantes, nessa etapa de discussão dos casos investigativos:

Professor: Existe alguma propriedade dessas substâncias, além das organolépticas, que possa ser usada para separá-los?

O termo “organolépticas” causou um estranhamento perceptível em todos os grupos. Todos questionaram o significado dessa palavra, alegando não conhecer ou não se recordar. Tais propriedades correspondem às características dos materiais que podem ser percebidas pelos sentidos humanos, como a cor, o brilho, a luz, o odor, a textura, o som e o sabor, ou seja, essas propriedades estão relacionadas às sensações que temos ao interagir com os mais variados tipos de materiais ou substâncias. Após terem sido informados que seriam tais propriedades, os alunos solicitaram um tempo maior para que pudessem debater entre eles a fim de construir uma resposta. Feito isso, cada grupo ao ser novamente questionado responderam:

Grupo 01: - *O grupo acha que é a solubilidade, porque dá pra dissolver o sal na água, já a areia não tem como.*

Grupo 02: - *Tá difícil essa, porque a gente ainda nem sabe como vai fazer pra separar esse PRP!*

Grupo 03: - *A gente acredita que a composição química desses metais, porque imaginando aqui a situação, olhando esses metais espalhados no chão já dá pra saber, porque o cobre tem uma cor, o alumínio já tem outra... O aço tem a mesma cor do alumínio, mas se pegar os dois, dá pra perceber a diferença porque o alumínio é mais fino que o aço.*

Grupo 04: - *O óleo e a areia têm densidades diferentes, a solubilidade também. Mas a gente acha que não, que não tem outra propriedade.*

Grupo 05: - *A gente acha que é a densidade professor.*

O grupo 01, de forma objetiva, respondeu corretamente. Já nos grupos 04 e 05 a solubilidade e a densidade seriam as propriedades das quais se esperava como resposta correta a ser dada pelos alunos, no entanto, as citações feitas pelos respectivos grupos se deu de forma imprecisa, ou incompleta – os grupos demonstraram ter conhecimento acerca dessas propriedades, no entanto, por apresentarem as informações de maneira imprecisa, a impressão passada foi a de que ambos não estavam certos ou satisfeitos com as respostas apresentadas.

Já o grupo 03, de forma semelhante à resposta dada pelo próprio grupo na pergunta anterior, apresentou um argumento inconsistente e com informações equivocadas. A composição química – definida pelo grupo como uma propriedade – de uma substância ou mistura refere-se aos elementos químicos e às proporções em que eles estão presentes. É uma característica fundamental de uma substância ou mistura e pode ser usada para identificá-la. Em contrapartida, as propriedades de um material, são características que podem ser observadas ou medidas, como ponto de fusão, ponto de ebulição, densidade, solubilidade, entre outras. A composição química de uma mistura pode afetar suas propriedades, portanto, a composição química e as propriedades de uma mistura são coisas diferentes, mas estão relacionadas – o grupo construiu sua resposta baseada em observações que levavam em conta apenas as propriedades organolépticas e o que foi questionado exigia uma resposta para além disso, que por sua vez, não foi feito pelo grupo.

O grupo 02 não conseguiu responder a esta pergunta. Na obtenção do PRP, cujo procedimento visa obter uma alta concentração de plaquetas em um pequeno volume de plasma, é utilizado um processo de centrifugação que separa o plasma e as plaquetas dos outros elementos do sangue. Portanto, uma propriedade física que pode ser reconhecida e usada para realizar um método adequado de separação do plasma é a densidade dos diferentes componentes do sangue (CAVALCANTI, 2010).

Uma pessoa que é capaz de reconhecer além das propriedades organolépticas e identificar outras propriedades que possam ser usadas para separar substâncias ou materiais demonstra um bom nível de alfabetização científica e letramento científico, levando em consideração que a alfabetização envolve a compreensão e familiaridade com os conceitos e o letramento, envolve a habilidade de usar tais conhecimentos para aplicar de forma eficaz. Nesse sentido, reconhecer propriedades adicionais que podem ser usadas para separar substâncias implica em uma compreensão mais aprofundada das características e propriedades das substâncias, como sua solubilidade, densidade, ponto de fusão, ponto de ebulição, condutividade elétrica, entre outras. Essas propriedades podem ser usadas em processos de separação, como filtração, destilação, centrifugação, entre outros (ERIG, 2021).

Portanto, ter conhecimento sobre essas propriedades e saber aplicá-las para separar substâncias indica uma compreensão mais avançada dos princípios científicos subjacentes. Isso contribui para uma maior alfabetização e letramento

científico, permitindo uma abordagem mais crítica e informada em relação a fenômenos naturais, processos químicos e científicos em geral.

Após os encontros em que foram discutidos alguns pontos, os participantes foram orientados a descrever o método de separação adequado. Os alunos um tempo mais estendido para poder pesquisar sobre métodos de separação disponíveis, analisar e definir qual seria o mais adequado para solucionar o caso. Foi pedido também para que, juntamente com a descrição da resolução dos casos, em forma de texto, que pesquisassem e montassem uma lista de quais seriam os conhecimentos necessários para a resolução do problema e conforme for encontrando novos conhecimentos úteis, que complementassem essa lista.

6. Resoluções dos casos investigativos apresentadas pelos participantes

Nessa etapa da pesquisa, foi dada a oportunidade aos alunos participantes pesquisarem sobre quais seriam os métodos de separação necessário para o tipo de mistura trazida em cada caso investigativo. Os participantes foram orientados a descrever, de maneira minuciosa, como seria montado o sistema, detalhando também os materiais necessários e como é promovida a separação componentes.

A proposta apresentada aos estudantes possui expectativas que se concentram no desenvolvimento de habilidades importantes para a alfabetização científica e o letramento científico, como: a compreensão dos conceitos de mistura e separação de misturas; a identificação das propriedades físicas e químicas das substâncias presentes na mistura; a seleção do método de separação mais adequado para a mistura em questão; o conhecimento dos materiais necessários para a montagem do sistema de separação; a habilidade para descrever de maneira minuciosa o processo de separação, incluindo os detalhes do sistema montado e como é promovida a separação dos componentes.

Essas habilidades são importantes para o desenvolvimento da capacidade de observação, análise e resolução de problemas, além de serem fundamentais para a compreensão dos conceitos químicos básicos (FRIGGI; CHITOLINA, 2018). Portanto, espera-se que os alunos desenvolvam habilidades importantes para a alfabetização científica e o letramento científico com a atividade proposta.

A figura 1 a seguir, apresenta a resolução do estudo de casos desenvolvida pelo grupo 01:

O sal valioso

Ao analisar melhor, nós, os escoteiros percebemos que a mistura descrita no caso é uma mistura heterogênea, pois envolve dois componentes distintos: a areia e o sal. Não há menção de outra mistura além daquela causada pela situação do sal derramado na areia. Mas notamos que as misturas apresentam fases. A areia forma uma fase sólida e o sal, quando misturado com a areia, está na forma de cristais sólidos. No caso, temos a presença de uma substância pura, que é o sal.

Chegamos à conclusão que existe uma propriedade que pode ser utilizada para separar o sal da areia, sendo essa a solubilidade. O sal é solúvel em água, enquanto a areia não é. Portanto, podemos explorar a diferença de solubilidade para separar os componentes.

Para resolver o problema, serão necessários os seguintes conhecimentos:

- Propriedades físicas das substâncias envolvidas, como solubilidade e ponto de fusão.
- Conhecimento sobre misturas heterogêneas e como separar seus componentes.
- Conhecimento sobre técnicas de separação, como filtração e dissolução.
- Familiaridade com os materiais e equipamentos necessários, como papel de filtro, funil ou algum material semelhante a um cone, recipiente, panela e água.

Ao pensar em como será feito, chegamos à decisão que para essa mistura de sal e areia será usada a dissolução seguida de filtração. O sal será dissolvido em água, formando uma solução salina, enquanto a areia não se dissolverá. Em seguida, será filtrada para separar a areia, contendo no filtro, enquanto o sal dissolvido passará pelo filtro e poderá ser recuperado ao evaporar a água.

Método de separação:

- Montar um sistema com um funil e um papel de filtro adequado no suporte do funil.
- Colocar a mistura de sal e areia no funil, deixando a parte sólida (areia) ser retida pelo papel de filtro.
- Adicionar água ao funil, permitindo que a água dissolva o sal e passe pelo papel de filtro, caindo no recipiente escolhido.
- Coletar a água que passou pelo filtro em um recipiente adequado.
- Transferir a água coletada para uma panela e usar uma fogueira para obter o sal recuperado.

Materiais: Funil, Papel de filtro, Suporte para funil, um recipiente (como um copo ou pote), panela, Fonte de calor (como uma fogueira) para evaporar a água.

Figura 1 – Resolução do caso 01: “O sal valioso”.

Fonte: Dados da pesquisa

Os participantes deste grupo compreenderam bem a proposta e, em forma de texto, descreveu detalhadamente os procedimentos para efetuar a separação dos componentes relatados na história. Importante destacar que eles, como o texto apresentou, se colocaram como participantes da situação que é descrita. Além disso, seguindo as orientações dos encontros anteriores, o grupo apresentou tópicos com os conteúdos relevantes para que pudessem compreender melhor acerca dos componentes e conjecturar a separação deles na mistura apresentada. Outro fator que chamou a atenção do grupo foi a organização de ideias apresentadas no texto de forma coesa e coerente, conseguindo relatar com clareza, ainda que resumidamente, como seria possível obter cada componente separadamente.

Um indivíduo que consegue realizar a separação de uma mistura contendo areia e sal demonstra ter conhecimento sobre os métodos de separação de misturas

e suas propriedades físicas e químicas. Nesse caso, utiliza-se a dissolução fracionada, como o grupo sugeriu, que é um método de separação de misturas homogêneas, para separar o sal da areia, seguida da filtração, que é um método de separação de misturas heterogêneas, para separar a areia da água salgada resultante da dissolução fracionada. Esse segundo método se baseia no tamanho das partículas dos componentes da mistura, onde a areia fica retida no filtro e a água salgada passa através dele. O grupo ainda sugeriu que o líquido filtrado fosse transferido para uma panela, para que o sal pudesse então ser recuperado por evaporação da água – Isso demonstra habilidades práticas para realizar o procedimento e entender os conceitos envolvidos.

Portanto, ao conseguir realizar a separação de uma mistura contendo areia e sal, como propõe o caso, demonstra-se ter conhecimento sobre os métodos de separação de misturas e suas propriedades físicas e químicas. Além disso, a capacidade de adaptar e aplicar diferentes métodos de separação dependendo da composição da mistura demonstra uma compreensão aprofundada dos princípios científicos envolvidos e uma boa capacidade de resolução de problemas.

O grupo 02 descreveu como o grupo faria para obter o plasma rico em plaquetas, como mostra a figura 2, fazendo uso de métodos de separação de misturas que fossem adequados:

Coleta de sangue: Uma pequena quantidade de sangue é retirado do jogador, geralmente de uma veia no Braço, utilizando-se uma seringa estéril.

Anticoagulante: O sangue coletado é transferido para um tubo de coleta que contém um anticoagulante, como o Citrato de sódio, para evitar a coagulação do sangue durante o processo de deposição.

Centrifugação: O tubo de coleta é colocado em uma centrífuga e girado a alta velocidade. A centrifugação gera forças gravitacionais que separam os componentes do sangue com base na sua densidade.

Separação das camadas: Após a centrifugação, o tubo é retirado da centrífuga. O sangue se separa em 3 camadas principais: glóbulos vermelhos no fundo, plasma no topo e uma camada intermediária conhecida como "camada de buffy coat", que contém as plaquetas e leucócitos.

Coleta do PRP: A camada de buffy coat, que contém as plaquetas, é cuidadosamente retirada do tubo usando uma pipeta ou seringa.

Preparação final: O PRP coletado pode ser processado adicionalmente, para remover quaisquer resíduos de células sanguíneas e concentrar ainda mais as plaquetas. Este processamento pode envolver filtração, centrifugação adicional ou uso de kits comerciais específicos.

Os materiais necessários para este processo incluem:

- Tubo de coleta de sangue com anticoagulante.
- Centrífuga
- Pipetas ou seringas para manipulação do sangue
- Equipamentos de proteção individual (luvas, máscaras, jaleco).
- Materiais estéreis para coleta e processamento do PRP como seringas estéreis, filtros estéreis e recipientes adequados

Figura 2 – Resolução do caso 02: “A melhor equipe cuidando do melhor do mundo”.

Fonte: Dados da pesquisa

Durante as discussões sobre o estudo desse caso, o grupo apresentou algumas dificuldades em termos de reconhecimento e aplicação de conceitos que são importantes para a resolução deste caso, como foi anteriormente relatado. Mas ainda assim apresentou uma resolução, baseado em uma prática realizada em laboratório. No entanto, alguns pontos, relevantes a análise dessa pesquisa, puderam ser observados. Um dos pontos foi a não adequação do procedimento ao caso investigativo, pois existia um contexto ao qual o grupo estava inserido. A forma de apresentação do texto, de maneira desorganizada, também foi outro aspecto que contribuiu negativamente, tanto em aspectos estéticos, quanto em relação a elementos textuais.

Por se tratar de um texto transcrito de forma integral de outra fonte de pesquisa, ainda que tenha apresentado uma solução, o fato de não ter conseguido contextualizar com a história apresentada ao grupo demonstra falta de compreensão

e pensamento crítico em relação ao estudo de casos, bem como a ausência de envolvimento ativo e pensamento analítico por parte dos alunos participantes. Ao apresentarem uma resolução copiada sem a contextualização adequada, pôde-se perceber que o grupo não conseguiu demonstrar um pensamento crítico autônomo, nem a capacidade de aplicar o conhecimento de forma significativa. Isso indica uma falta de compreensão do assunto, a dependência de fontes externas para a solução de problemas e uma falha em desenvolver habilidades essenciais para a resolução de casos e problemas da vida real.

Logo, é importante incentivar os alunos a desenvolverem suas habilidades de pensamento crítico, compreensão conceitual e capacidade de aplicar o conhecimento de forma autônoma. Isso envolve a leitura, compreensão e análise crítica das informações, bem como a capacidade de sintetizar e aplicar o conhecimento de maneira adequada ao contexto específico.

A figura 3, a seguir exibe a resolução do caso proposta para o caso 03:

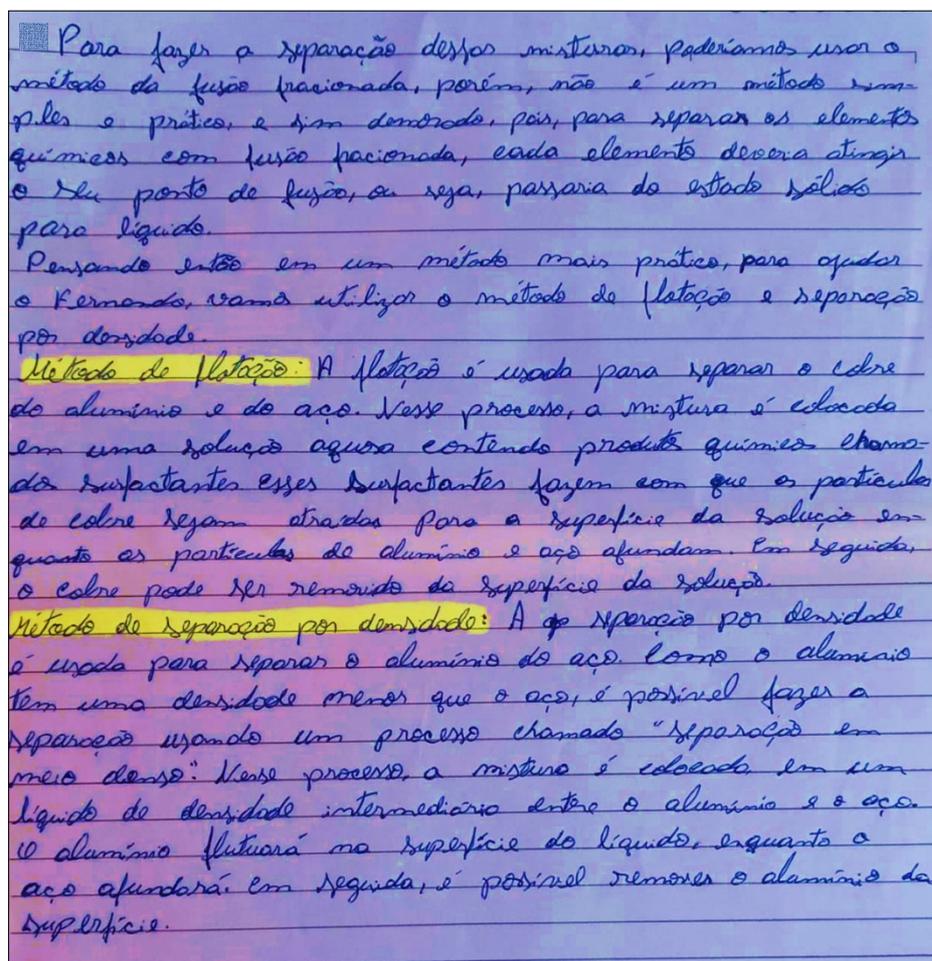


Figura 3 – Resolução do caso 03: “um acidente na joalheria”.

Fonte: Dados da pesquisa

O grupo contextualizou o caso e apresentou dois métodos para a separação das ligas metálicas de 1cm³ que estavam espalhadas pelo chão, como mostra a história, em duas etapas: A flotação, para separar o cobre das outras duas ligas metálicas e; a separação por densidade, para separar os outros dois componentes que restaram. Os dois métodos apresentados pelo grupo são eficazes (MASSI *et al.*, 2008), mas, o contexto descrito pelo caso exigia uma solução que não fosse tão complexa quanto os métodos pesquisados e trazidos pelo grupo.

Uma maneira eficiente de separar uma mistura contendo ligas metálicas de cobre, aço e alumínio, levando em conta o contexto descrito pelo caso, seria usar um ímã. O aço, por conter ferro na sua composição e por isso é uma liga magnética, é atraído por ímãs, enquanto o cobre e o alumínio não são. Logo, é possível passar um ímã sobre a mistura para separar o aço e colocá-lo em um recipiente separado. Depois de separar o aço, usando as propriedades físicas do cobre e do alumínio, como cor e densidade, para diferenciá-los e separá-los manualmente. O cobre tem uma cor avermelhada distinta, enquanto o alumínio é prateado e mais leve que o cobre.

Contudo, ao conseguir separar com sucesso uma mistura contendo três ligas metálicas, isso demonstra um conhecimento dos métodos de separação, compreensão das propriedades físicas dos materiais, habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e habilidades práticas de execução.

A figura 4 a seguir apresenta a solução para o caso 04:

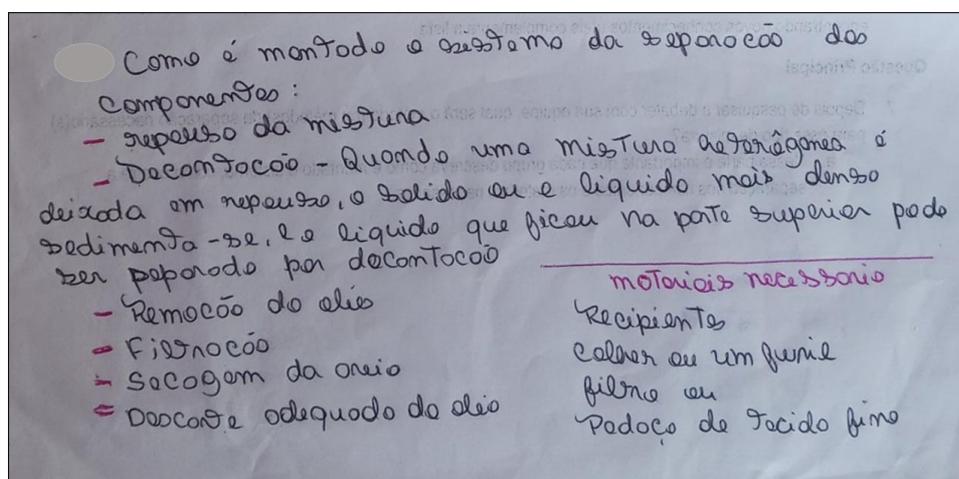


Figura 4 – Resolução do caso 04: “Sobrevivendo em tempos difíceis”.

Fonte: Dados da pesquisa

A descrição do procedimento para a remoção dos componentes da mistura proposta pelo grupo, apesar de correta, foi escrita de maneira desorganizada, mas ainda assim foi possível compreender os procedimentos. Entretanto, a forma como o grupo apresentou a resolução não estava contextualizada. A capacidade de comunicar de forma clara e organizada é fundamental ao apresentar soluções para estudos de casos. A falta de organização no texto pode dificultar a compreensão das ideias e tornar a leitura confusa e desordenada (LIMA; WEBER, 2019). Além disso, a ausência de contextualização com a história apresentada demonstra uma falta de habilidade em aplicar o conhecimento específico do caso para propor uma solução relevante – a contextualização é importante para mostrar a compreensão profunda do problema, considerar os aspectos relevantes do caso e fornecer uma justificativa sólida para a solução proposta.

A entrega de um texto desorganizado também pode prejudicar a credibilidade da solução, já que a falta de clareza e estrutura dificulta a compreensão das ideias apresentadas. Além disso, pode transmitir a impressão de falta de cuidado, atenção aos detalhes e habilidades de comunicação eficazes (LIMA; WEBER, 2019). Logo, a fim de melhorar nesses aspectos, é importante que a se desenvolva habilidades de escrita e organização das ideias. Isso pode ser alcançado através da prática de redação, revisão e edição do texto, buscando estruturar as informações de forma lógica e coerente. Além disso, é importante também desenvolver a capacidade de ler atentamente o caso investigativo, identificar os pontos-chave e integrar essas informações à solução proposta.

O grupo 05, seguiu a mesma estrutura de apresentação do texto do grupo 01, também conseguiu atender ao que foi proposto ao grupo, sendo mais detalhista em relação aos procedimentos e apresentando conceitos importantes, que auxiliou o grupo na busca de uma solução para o caso. Ainda em relação aos procedimentos, o grupo realizou uma boa contextualização, trazendo aspectos importantes como práticas voltadas para a segurança tanto das aves descritas no caso, quanto para eles que seriam os responsáveis por promover a limpeza das penas dessas aves, que estavam sujas com um óleo escuro proveniente de um vazamento no mar.

A figura 5 a seguir apresenta a solução proposta pelo grupo:

Salvando Aves Marinhas

→ **Heterogênea**

Ao observar mais de perto as Aves percebemos que a mistura ocorrida no caso é uma mistura de óleo preto e água do mar. Além da mistura causada pela situação, não há menção a outra mistura. Notamos que a mistura apresenta duas fases: uma fase líquida (óleo preto) e uma fase líquida (água do mar). Mas não notamos a presença de nenhuma substância puras no caso.

Além das propriedades organolépticas, uma propriedade que pode ser usada para separar o óleo da água é a diferença de densidade entre as substâncias. O óleo é menos denso do que a água, o que permite sua separação por métodos de separação por densidade.

Para resolver o problema, serão necessários os seguintes conhecimentos:

- Conhecimento sobre as propriedades físicas e químicas do óleo e da água
- Conhecimento sobre métodos de separação de misturas, como decantação, centrifugação, filtração e destilação.
- Conhecimento sobre materiais e equipamentos utilizados nos métodos de separação
- Conhecimento sobre os efeitos do petróleo nas aves marinhas e os resgate e limpeza dos animais procedimentos adequados para o animal

Materiais necessários:

Recipiente grande o suficiente para imergir as penas das aves. solvente adequado (por exemplo, um solvente não polar, como um hidrocarboneto leve), luvas de proteção, pinças ou utensílios similares para manusear as aves, toalhas

Procedimento:

Iremos colocar as aves marinhas contaminadas com óleo em um recipiente grande, Usando luvas de proteção, com a ajuda das pinças ou utensílios similares, vamos mergulhar as penas das aves no solvente escolhido. Fazendo com que as penas fiquem completamente imersas no solvente. O solvente irá dissolver o óleo. Após um tempo de imersão adequado, removeremos as aves do recipiente e deixaremos escorrer o excesso de solvente. Por fim, molharemos novamente as aves e a colocaremos em uma área ventilada para permitir a evaporação do solvente residual e a secagem das penas. Após a secagem completa, as aves estarão livres do óleo e poderão se locomover normalmente.

Figura 5 – Resolução do caso 05: “*Salvando Aves Marinhas*”.

Fonte: Dados da pesquisa

Algo que ainda chama a atenção é que o grupo apresenta também conhecimentos de química importantes como a polaridade e demonstra como o tipo de solvente utilizado, quanto a natureza polar ou apolar pode influenciar na remoção do óleo presente nas penas das aves. Ao concluir com êxito a resolução desse caso, baseado nos conceitos de separação de misturas, o grupo demonstrou um bom nível de letramento científico, mostrando ter entendimento dos princípios de separação de misturas e sua aplicação prática para resolver o problema específico das aves marinhas contaminadas (VASCONCELOS; ANDRADE, 2017).

Do mesmo modo, ao reconhecer que o óleo nas penas das aves é uma mistura que precisa ser separada, evidencia também ter conhecimento sobre os métodos apropriados para realizar essa separação, estando conscientes de que a decantação é um método eficaz para separar o óleo da solução aquosa resultante da limpeza das penas.

Para além disso, ao considerar a necessidade de isolamento das aves e o descarte adequado do óleo, o indivíduo demonstra uma compreensão dos aspectos éticos, ambientais e de segurança envolvidos na resolução do problema.

Portanto, a capacidade de aplicar os conceitos científicos de separação de misturas para resolver um problema do mundo real mostra que o indivíduo possui habilidades de pensamento crítico, análise e aplicação prática. Eles são capazes de usar o conhecimento científico de forma relevante e eficaz para abordar uma situação complexa.

Em vista de todo o relato e discussão, pode-se concluir que ao propor essa atividade, os alunos desenvolveram habilidades de pesquisa, pensamento crítico, organização e aplicação prática do conhecimento científico. Também promoveu o trabalho em equipe, a comunicação e a capacidade de apresentação dos alunos, à medida que eles compartilham suas descobertas e procedimentos com os colegas de classe. Além disso, permitiu realizar uma análise aprofundada acerca do letramento científico apresentado pelos alunos participantes.

7. Categorização do nível de letramento científico dos grupos participantes

7.1. Compreendendo os níveis de Letramento Científico

Seguindo a proposta de investigação realizada por Teixeira (2007), ao utilizar o método proposto pela *National Science Board* (1993) para definição dos níveis a serem investigados em sua pesquisa sobre letramento científico, este estudo, de maneira semelhante, levando em consideração a elaboração de casos investigativos, cujo conteúdo é separação de misturas, definiu a categorização dos níveis da seguinte forma:

- Níveis 1 e 2 – Estágio Nominal

Caracteriza o cidadão completamente leigo, no que tange ao conhecimento científico (nível 1), ou que nunca ouviu falar sobre qualquer assunto da área em que se aborda nos casos investigativos (nível 2). Ambos caracterizam um indivíduo cujo letramento se apresenta no estágio nominal.

- Nível 3 – Estágio Funcional

Este nível caracteriza a pessoa que não consegue compreender plenamente o significado dos termos e dos conceitos científicos que lhe são apresentados.

- Nível 4 – Estágio Estrutural

Neste nível, é possível perceber a utilização de conhecimentos adquiridos em outras áreas do conhecimento, inclusive os saberes adquiridos em ambientes informais de aprendizagem para a compreensão de fenômenos.

- Nível 5 – Estágio Multidimensional

Quando o indivíduo consegue ir além dos conhecimentos da área estudada para outros saberes, sendo capaz de aplicar ao seu cotidiano, contribuindo para compreensão e resolução de situação que o cerca.

7.2. Compreendendo os indicadores para classificação do Letramento Científico

Os indicadores para determinação dos níveis de letramento científico seguiram os mesmos critérios de categorização elaborados por Lima e Weber (2019), como mostra o quadro 7 a seguir:

Quadro 7. Indicadores para os cinco níveis de letramento científico.

Indicador	Níveis
1) Percepção da ciência e da tecnologia com o seu cotidiano.	<p>Nível 1: dificilmente percebe essa relação, mesmo de forma explícita</p> <p>Nível 2: consegue perceber essa relação apenas quando explícita</p> <p>Nível 3: consegue perceber as relações de forma implícita</p> <p>Nível 4: percebe a relação da ciência e tecnologia com o cotidiano nas formas explícitas e implícita, mas não necessariamente busca aprofundamento.</p> <p>Nível 5: Percebe essa relação de forma ampla, enxerga beleza na participação do debate científico e busca sempre aprofundamento diante de tais questões.</p>

Quadro 7 – Indicadores para os cinco níveis de letramento científico.

(continua)

Indicador	Níveis
<p>2) O trabalho com informações científicas.</p>	<p>Nível 1: não utiliza informações científicas, apenas o senso comum;</p> <p>Nível 2: a utilização de informações necessariamente científicas é pequena, dando prioridade a fatos do senso comum;</p> <p>Nível 3: apresenta uma série de dados científicos de forma aleatória, mas sem enxergar relação entre eles, classificada rudimentarmente com conhecimentos científicos básicos;</p> <p>Nível 4: as informações aparecem organizadas e hierarquizadas, utilizando algum fator diferente das relações científicas entre elas, como por exemplo: ordem cronológica;</p> <p>Nível 5: organiza e hierarquiza cientificamente conhecendo as variáveis envolvidas.</p>
<p>3) Resolução de problemas</p>	<p>Nível 1: não consegue propor qualquer solução;</p> <p>Nível 2: não consegue propor uma solução baseada em informações científicas; a resolução do problema se dá basicamente por tentativa e erro;</p> <p>Nível 3: a resolução do problema é sistemática fazendo uso de raciocínio lógico, mas sem semelhança ainda com o método científico, apresentando assim uma solução generalizada; pode ocorrer o levantamento de hipóteses, mas não consegue testá-las;</p> <p>Nível 4: a investigação de um problema é de forma que evidencia uma sistematização do raciocínio científico e podendo aparecer um raciocínio proporcional que mostra como as variáveis têm relações entre si (SASSERON, 2008), observando, levantando hipóteses e testando-as, propondo uma solução com base nessas hipóteses;</p> <p>Nível 5: o aluno não necessariamente faz uso do raciocínio científico sistematizado, mas adequa as etapas necessárias para resolver a situação, propondo assim uma solução com previsões, validade e consequências, baseada nas hipóteses levantadas e testadas, assim como confronta a solução com propostas alheias.</p>
<p>4) Linguagem científica</p>	<p>Nível 1: linguagem pouco familiarizada com temáticas do cotidiano e estabelece pouca ou nenhuma conexão com tais temáticas;</p> <p>Nível 2: linguagem familiarizada com temáticas do cotidiano;</p> <p>Nível 3: domínio básico da linguagem científica;</p> <p>Nível 4: possui uma linguagem científica suficiente e adequada para se expressar em diversas situações;</p> <p>Nível 5: a linguagem científica alcança níveis mais apurados, só que neste nível não se trata de ter essa linguagem apurada, mas sim de adequar o uso da linguagem científica a diversas situações, correta e coerentemente.</p>

Quadro 7 – Indicadores para os cinco níveis de letramento científico.

(conclusão)

Indicador	Níveis
5) Argumentação	<p>Nível 1: o argumento é uma informação isolada e não leva a qualquer conclusão;</p> <p>Nível 2: afirmação e argumento que cabe, mas sem justificativa, ou seja, o dado pode ou não se transformar em conclusão, com grande dificuldade;</p> <p>Nível 3: o argumento é caracterizado por uma informação que compete com justificativa, ou seja, o argumento se estrutura em conclusão-dado-garantia (SÁ, 2009);</p> <p>Nível 4: o argumento seria mais sofisticado gerando assim uma afirmação competente com justificativa e qualificadores ou resposta a um refutador;</p> <p>Nível 5: Os julgamentos são competentes e sofisticados por integrar diferentes argumentos baseados em conceitos e teorias cientificamente aceitas.</p>

Fonte: Elaborado a partir da pesquisa de Teixeira (2007) e Lima e Weber (2019)

7.3. Resultados da categorização do nível de Letramento Científico

Os indicadores apresentados pelo Quadro 7 foram aplicados como critérios para análise e caracterização dos níveis de letramento científico dos participantes desta pesquisa. O Quadro 8 a seguir apresenta os resultados do presente estudo:

Quadro 8 – Categorização dos níveis de letramento científico dos alunos a partir da resolução do estudo de casos.

Indicador	Grupo	Nível – Categoria
1) Percepção da ciência e da tecnologia com o seu cotidiano.	01	Nível 5 – Multidimensional
	02	Nível 2 – Nominal
	03	Nível 2 – Nominal
	04	Nível 3 – Funcional
	05	Nível 5 – Multidimensional
2) O trabalho com informações científicas.	01	Nível 4 – Estrutural
	02	Nível 1 – Nominal
	03	Nível 2 – Nominal
	04	Nível 2 – Nominal
	05	Nível 5 – Multidimensional
3) Resolução de problemas	01	Nível 4 – Estrutural
	02	Nível 2 – Nominal
	03	Nível 3 – Funcional
	04	Nível 3 – Funcional
	05	Nível 5 – Multidimensional

Quadro 8 – Categorização dos níveis de letramento científico dos alunos a partir da resolução do estudo de casos.

(Conclusão)

Indicador	Grupo	Nível – Categoria
4) Linguagem científica	01	Nível 3 – Funcional
	02	Nível 1 – Nominal
	03	Nível 1 – Nominal
	04	Nível 1 – Nominal
	05	Nível 3 – Funcional
5) Argumentação	01	Nível 4 – Estrutural
	02	Nível 1 – Nominal
	03	Nível 2 – Nominal
	04	Nível 3 – Funcional
	05	Nível 4 – Estrutural

Fonte: Dados da pesquisa

Os participantes dessa pesquisa foram avaliados a partir das discussões e resolução dos casos investigativos, que corresponde a última etapa de investigação desse estudo, e se deu através da análise dos indicadores, elaborados a partir da pesquisa de Teixeira (2007) e Lima e Weber (2019), considerando as discussões em relação aos casos investigativos e a resolução dos problemas apresentados em cada um deles.

8. Referências

ARAGÃO, S. **Alfabetização científica: concepções dos futuros professores de química**. São Paulo, 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 2, 2006, p. 337-355.

BARBOZA, D. **Desenvolvimento de habilidades cognitivas por meio de uma sequência de aulas experimentais investigativas de química orgânica no ensino médio**. Rio Grande do Sul, 2021. Dissertação (Mestrado profissional) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química, Programa de Pós-graduação em Mestrado Profissional em Química em rede Nacional.

CRUZ, G. A prática docente no contexto da sala de aula frente às reformas curriculares. Curitiba: **Educar**, n. 29, p. 191-205. Editora UFPR, 2007.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: *uma possibilidade para a inclusão social*. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro: ANPEd; Campinas: Autores Associados, v. 8, n. 22, p. 89-100, 2003.

CUNHA, R. Alfabetização Científica Ou Letramento Científico?: Interesses Envolvidos Nas Interpretações Da Noção De Scientific Literacy. **Revista Brasileira De Educação**, v. 22, n. 68, p. 169 - 186, 2017.

DI ROMA, A.F; CAMARGO, E. P de. Ensino de astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: um estudo sobre a aquisição de conceitos científicos para alunos com surdez. Sorocaba: **Revista Crítica Educativa**, Vol.1, n.2, p. 142-160, Jul./dez. 2015.

ERIG, R. **Uma metodologia investigativa para o ensino de separação de misturas**. Dissertação (Mestrado Profissional). Universidade Federal do Pampa. Bagé, 2021. 84p.

FRIGGI, D; CHITOLINA, M. O ensino de processos de separação de misturas a partir de situações-problemas e atividades experimentais investigativas. **Experiências em Ensino de Ciências** v. 13 n. 5, p.388-403, Cuiabá: UFMT, 2018.

GIRALDELLI, C; DE ALMEIDA, M. Leitura coletiva de um texto de literatura infantil no ensino fundamental: algumas mediações pensando o ensino das ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 10, p. 44-63, 2008.

GOMES, O. **Abordagem cts e a alfabetização científica**: implicações para as diretrizes do programa ciência na escola. Dissertação (mestrado). Programa de pós-graduação em educação e ensino de ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Amazonas. Amazonas, 2015.

INEP. **Letramento científico**. Disponível em: <<http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/2010/letramento_cientifico.pdf>>. Acesso em 09 set 2020.

KRASILCHIK, M. Inovação no ensino das ciências. In: GARCIA, Walter Esteves (Org.). **Inovação educacional no Brasil: problemas e perspectivas**. São Paulo: Cortez; Campinas: Autores Associados, p. 164-180. 1980.

LAUGKSCH, R. C; SPARGO, P. E. Construction of a paper-and-pencil Test of Basic Scientific Literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. **Public Understanding of Science**, v. 5, n. 4, p. 331–359, 1996.

LIMA, M; WEBER, K. Determinação de níveis de letramento científico a partir da resolução de casos investigativos envolvendo questões sociocientíficas. **Educ. quím**. Cidade do México, v. 30, n.1,p. 69-79, jan. 2019.

LORENZETTI, L; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. Belo Horizonte: *Revista Ensaio*. vol.03, n.01. p.45-61, jun. 2001.

MASSI, L; SOUSA, S; LALUCE, C; JAFELICCI JR, M. Fundamentos e Aplicação da Flotação como Técnica de Separação de Misturas. **Revista Química Nova na Escola**, n. 28, p. 20-23, maio, 2008.

MORAES, J.; CASTELLAR, S. Scientific Literacy, Problem Based Learning and Citizenship: A Suggestion for Geography Studies Teaching. **Problems of Education in the 21st Century**, v. 19, 2010.

MOSINAHTI, G. **O uso de notícias científicas em aulas de física de partículas elementares para a promoção da alfabetização científica**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto 2018.

PINHEIRO, N. **Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico**: a contribuição do enfoque CTS para o ensino aprendizagem do conhecimento matemático. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. 306 p.

ROMEIRO, S. **Química na Siderurgia**. Química e Tecnologia: Área de Educação Química do Instituto de Química da UFRGS, Porto Alegre, 1997. 39p.

SANTOS, W. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**. v. 12. n. 36. p. 474-550, set./dez. 2007.

SÁ, L.; QUEIROZ, S. **Estudo de caso no ensino de química**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2009.

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

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. **Alfabetização Científica na prática**: inovando a forma de ensinar física. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

SILVA, A; MARTINS, D; MOURA, P; GARCIA, A. Um referencial teórico acerca do íon sódio e seu sal de principal ocorrência cotidiana – o cloreto de sódio – potencialmente contributivo ao ensino de química. **Revista DI@LOGUS**. Cruz Alta, v. 9, n. 2, p. 41-56, maio/ago. 2020.

VASCONCELOS, C; ANDRADE, B. Abordagem da separação de misturas no ensino fundamental sob o enfoque CTSA visando a contextualização no ensino de ciências. **REnCiMa**, v.8, n.1, p.1-13, 2017