



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

**KELLVIN JORDAN NASCIMENTO DA SILVA**

**CATEGORIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E DO LETRAMENTO CIENTÍFICO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO UTILIZANDO O 'TACB' E A APLICAÇÃO DE CASOS INVESTIGATIVOS.**

**ILHÉUS – BA**  
**2023**

**KELLVIN JORDAN NASCIMENTO DA SILVA**

**CATEGORIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E DO LETRAMENTO CIENTÍFICO DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO UTILIZANDO O 'TACB' E A APLICAÇÃO DE CASOS INVESTIGATIVOS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Química em Rede Nacional - PROFQUI, da Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Química.

Área de Concentração: Química

Orientador: Prof. Dr. Márcio Luís Oliveira Ferreira

Coorientador: Prof. Dr. Antônio de Santana Santos

**ILHÉUS – BA  
2023**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

*À Deus, que sempre está em tudo.*

*À Eligiane, minha melhor metade.*

*À João e a Ivanete, minha base e meus incentivadores.*

*À Gislane e a Gabriel, meus exemplos de força, fé e perseverança.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo imenso amor e cuidado para comigo em todos os momentos da minha caminhada.

Aos Professores Márcio Luís Ferreira e Antônio de Santana Santos não apenas pela orientação primordial, mas pela confiança em mim depositada e principalmente por acreditarem (mais até do que eu mesmo) no êxito deste trabalho.

Aos estudantes do 3º ano A, e do 3º ano técnico em Recursos Humanos do Colégio Estadual Arraial d'Ajuda pela colaboração. Vocês foram de grande importância para a realização deste trabalho.

A minha esposa, por todo incentivo e contribuição em inúmeras conversas motivadoras e intrigantes sobre esta pesquisa.

Aos meus colegas, discentes do PROFQUI, sempre prestativos. Pessoas que têm meu carinho e total admiração.

A Luana Farias, minha psicóloga, que, através dos muitos conselhos, contribuiu muito para a continuidade deste trabalho.

A meu pai e a minha mãe por estarem sempre presentes em todos os momentos da minha vida e sempre fizeram de tudo por mim.

A Gil, minha irmã, minha primeira professora, que me iniciou nessa vida de estudante da qual nunca saí.

*Bendito seja o Senhor, pois fez maravilhosa a sua misericórdia para comigo em cidade segura. Pois eu dizia na minha pressa: Estou cortado de diante dos teus olhos; não obstante, tu ouviste a voz das minhas súplicas, quando eu a ti clamei.*

Salmos 31:21,22

## RESUMO

Neste estudo, o objetivo principal foi analisar e categorizar os níveis de letramento científico entre estudantes do ensino médio da rede estadual do distrito de Arraial d'Ajuda, em Porto Seguro, Bahia. A abordagem adotada foi qualitativa, utilizando o Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB) e casos investigativos sobre separação de misturas. A metodologia consistiu em adaptar e aplicar o TACB aos alunos do 3º ano, identificando e caracterizando os níveis de alfabetização científica. Além disso, foram criados casos investigativos relacionados à química e aplicados aos estudantes para avaliar os níveis de letramento científico. A categorização dos níveis foi realizada por meio da avaliação dos indicadores de letramento científico utilizados em pesquisas anteriores com objetivos semelhantes. Os resultados revelaram a existência de alunos classificados em diferentes níveis de alfabetização científica, como "em nível crítico", "a construir", "em construção" e "construída". Quanto ao letramento científico, os níveis identificados, com base nos indicadores deste estudo, foram "nominal", "funcional", "estrutural" e "multidimensional". Essas descobertas contribuem para uma melhor compreensão do letramento científico dos estudantes investigados e podem auxiliar na elaboração de estratégias educacionais mais eficazes nessa área.

**Palavras-Chave:** letramento científico, alfabetização científica, casos investigativos, separação de misturas, ensino de química.

## ABSTRACT

In this study entitled "Categorization of levels of scientific literacy using the TBSL and scientific literacy employing investigative cases", the main objective was to analyze and categorize the levels of scientific literacy among high school students in the state school system in the district of Arraial d'Ajuda, Porto Seguro, Bahia. The adopted approach was qualitative, utilizing the Test of Basic Scientific Literacy (TBSL) and investigative cases on mixture separation. The methodology involved adapting and administering the TBSL to 3rd-year students, identifying and characterizing the levels of scientific literacy. Additionally, investigative cases related to chemistry were created and administered to the students to assess their levels of scientific literacy. The categorization of levels was performed by evaluating the indicators of scientific literacy used in previous research with similar objectives. The results revealed the existence of students classified into different levels of scientific literacy, namely "critical level," "under construction," "in progress," and "constructed." As for scientific literacy, the identified levels based on the indicators in this study were "nominal," "functional," "structural," and "multidimensional." These findings contribute to a better understanding of the scientific literacy of the investigated students and can assist in the development of more effective educational strategies in this field.

**Keywords:** scientific literacy, investigative cases, chemistry education.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Síntese dos conceitos da BNCC, versão de 2017. ....	19
Figura 2 – Pirâmide de Aprendizagem de Glasser.....	23
Figura 3 - Teste de Alfabetização Científica: Pontuação dos participantes .	39
Figura 4 - Quantitativo dos conceitos obtidos pelos participantes.....	42
Figura 5 – Bloco 01: Questões com maiores percentuais de acertos. ....	43
Figura 6 – Bloco 01: Questão com menor percentual de acertos .....	44
Figura 7 – Bloco 02: Questões com maiores percentuais de acertos .....	46
Figura 8 – Bloco 02: Questões com menores percentuais de acertos .....	47
Figura 9 – Bloco 03: Questões com maiores percentuais de acertos .....	48
Figura 10 – Bloco 03: Questões com percentuais iguais de acertos e erros	50
Figura 11 – Bloco 03: Questões com maiores percentuais de erros.....	51
Figura 12 – Bloco 04: Questões com maiores percentuais de acertos .....	52
Figura 13 – Bloco 04: Questões com menores percentuais de acertos .....	53
Figura 14 – Bloco 05: Questões com maior percentual de acertos.....	55
Figura 15 – Bloco 06: Questões com mesmo número de erros e acertos ...	57
Figura 16 – Bloco 06: Questões sobre tecnologia.....	58
Figura 17 – Bloco 07: Questão com o maior percentual de erros .....	59
Figura 18 – Bloco 07: Questão com maior percentual de alunos que não souberam responder. ....	60
Figura 19 – Bloco 07: Questões com maior percentual de acertos.....	62
Figura 20 – Bloco 08: Resultados para as questões 01 e 02.....	63
Figura 21 – Bloco 08: Resultados para as questões 03 e 04.....	64
Figura 22 – Resolução do caso 01: “O sal valioso”.....	77
Figura 23 – Resolução do caso 02: “Cuidando do melhor do mundo”. ....	79
Figura 24 – Resolução do caso 03: “um acidente na joalheria”. ....	80
Figura 25 – Resolução do caso 04: “Sobrevivendo em tempos difíceis” .....	81
Figura 26 – Resolução do caso 05: “Salvando Aves Marinhas”.....	83

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Compreendendo os cinco níveis de letramento científico. ....	29
Quadro 2 – Indicadores para os cinco níveis de letramento científico. ....	30
Quadro 3 – Caso investigativo “O Sal Valioso”. ....	36
Quadro 4 – Caso investigativo “A melhor equipe, cuida do melhor do mundo” .....	36
Quadro 5 – Caso investigativo “Um acidente na joalheria”. ....	36
Quadro 6 – Caso investigativo “Sobrevivendo em tempos difíceis”. ....	37
Quadro 7 – Caso investigativo “Salvando Aves Marinhas”. ....	37
Quadro 8 – Distribuição dos casos mediante o conceito de Alfabetização Científica. .....	38
Quadro 9 – Categorização dos níveis de letramento científico dos alunos a partir da resolução do estudo de casos.....	84

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNT	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
CNTP	Condições Normais de Temperatura e Pressão
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
OCN	Orientações Curriculares Nacionais
OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Eco- nômico
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Orientações Complementares aos PCN
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PRP	Plasma rico em plaquetas
TACB	Teste de Alfabetização Básica
TBSL	<i>Test of Basic Scientific Literacy</i>

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.2 – Objetivos deste estudo .....	16
1.2.1 – Objetivo Geral .....	16
1.2.2 – Objetivos específicos.....	16
<b>2 – REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
2.1 – Letramento Científico <i>versus</i> Alfabetização Científica.....	17
2.2 – Letramento científico e a formação cidadã .....	18
2.3 – A abordagem da BNCC acerca do Letramento Científico .....	19
2.4 – Novas abordagens e metodologias ativas da BNCC.....	21
2.5 – Teste de Alfabetização Científica Básica .....	24
2.6 – Utilização de Casos Investigativos como ferramenta para elaboração de indicadores de Letramento Científico .....	25
2.7 – Categorização dos Níveis de Letramento Científico.....	27
2.7.1 – Diretrizes para categorização dos níveis de letramento.....	27
2.7.2 – Nivelamento a partir do estudo de casos .....	28
2.7.3 – Compreendendo os níveis de Letramento Científico.....	29
<b>3 – METODOLOGIA</b> .....	<b>33</b>
3.1 – Descrição das etapas deste estudo.....	33
3.2 – Público-Alvo .....	34
3.3 – Adaptação do Teste de Alfabetização Científica – TACB.....	34
3.3.1 – Estrutura do teste.....	34
3.3.2 – Conceitos e critérios de avaliação.....	35
3.4 – Aplicação do TACB .....	35
3.5 – Elaboração Casos Investigativos .....	35
3.6 – Aplicação dos Casos Investigativos para Letramento Científico .....	37
<b>4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>39</b>
4.1 – Análise dos dados referentes a aplicação do TACB .....	39
4.2 – Análise dos casos investigativos .....	66
4.2.1 – A escolha do tema “Separação de Misturas” para elaboração dos casos investigativos .....	66
4.2.2 – Relato da aplicação e apreciações acerca dos casos investigativos.....	68
4.2.3 – Resoluções dos casos investigativos apresentadas pelos participantes .....	75
4.2.4 – Categorização do nível de letramento científico dos grupos participantes .....	84
<b>5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>86</b>
<b>6 – REFERÊNCIAS</b> .....	<b>88</b>
APÊNDICE .....	96
ANEXO.....	128
TESTE DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA BÁSICA SIMPLIFICADO.....	128

## 1 – 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.

## **1.2 – Objetivos deste estudo**

### **1.2.1 – Objetivo Geral**

Estudar e categorizar os níveis de letramento científico de estudantes do ensino médio do Colégio Estadual Arraial d'Ajuda, na cidade de Porto Seguro–BA, a partir da aplicação do Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB) e através da resolução de casos investigativos sobre métodos de separação de misturas.

### **1.2.2 – Objetivos específicos**

Em vieses mais específicos, esta pesquisa também tem como fim:

- Adaptar e aplicar o TACB aos estudantes do 3º ano do ensino médio;
- Determinar e caracterizar os indicadores de alfabetização científica desses alunos;
- Criar casos investigativos envolvendo o conhecimento de química na área de separações químicas;
- Empregar o estudo de casos para mensurar os níveis de letramento científico
- Categorizar os níveis, mediante a avaliação de indicadores de letramento científico.

## 2 – REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 – Letramento Científico versus Alfabetização Científica

Apesar da semelhança existente entre os termos, faz-se necessário destacar a dicotomia entre letramento e alfabetização. No Brasil, uma pessoa analfabeta não sabe ler, nem escrever. Em contrapartida, alguém alfabetizado possui tais habilidades. Sendo assim, a alfabetização é a ação de ensinar ou aprender a ler e a escrever (SOARES, 2004, p. 47). Contudo, mesmo alfabetizados, alguns indivíduos não demonstram competência para interpretar aquilo que leem, ou redigir um texto, levando em consideração o público a ser alcançado. A alfabetização é um fenômeno delimitado com começo, meio e fim, concomitante ao processo de letramento que, por sua vez, prossegue ao longo da vida” (SANTOS, 2005, p. 60). Logo, o termo letramento se refere à condição de quem não apenas sabe ler e escrever, mas cultiva e exerce práticas sociais que usam a escrita (SOARES, 2004, p. 47).

Laugksch (2000, p. 81), em sua revisão conceitual, observou que o termo *literacy* é geralmente interpretado como a capacidade de ler e escrever. Quanto à condição de ser letrado, este é um atributo dado a quem domina as habilidades de leitura e escrita e sabem usá-las nas diferentes situações nas quais são requeridas (SILVA; ARAÚJO, 2012, p. 682). Todavia, a expressão “letramento” só foi dicionarizada recentemente, com pouca difusão fora do campo acadêmico voltado para o ensino de língua. Já que *literacy*, na maioria das vezes, é associado à “alfabetização” (CUNHA, 2017, p.171).

Apesar de serem termos associados, o letramento inclui a alfabetização, mas os termos diferem no que tange o desenvolvimento de competências e habilidades (KLEIMAN, 2005, p. 16).

(...) assim como no ensino de língua materna e na aquisição da escrita não basta apenas aprender a ler e a escrever (**ser alfabetizado**), mas, sobretudo, fazer uso efetivo da escrita em práticas sociais (**ser letrado**), **o ensino de ciências também deveria preocupar-se**, entre outras coisas, **com as implicações sociais da ciência e da tecnologia, com os riscos e os benefícios de cada avanço científico ou tecnológico** (CUNHA, 2017, p. 175, grifo nosso).

Ao realizar a transposição acerca dessa dicotomia para o campo das ciências da natureza, pode-se definir como alfabetização científica o conhecimento de expressões e de palavras relacionadas à ciência, podendo ainda conhecer sobre a aplicabi-

lidade no âmbito da educação escolar, por exemplo, mas sem a necessidade de depreender e aplicar tais conceitos em suas práticas sociais. Uma vez que um indivíduo letrado cientificamente possui a capacidade de cultivar práticas do seu cotidiano aplicando o conhecimento científico. De acordo com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais no que tange o letramento científico:

Também faz parte do conceito de letramento científico a compreensão das características que diferenciam a ciência como uma forma de conhecimento e investigação; a consciência de como a ciência e a tecnologia moldam nosso meio material, cultural e intelectual; e o interesse em engajar-se em questões científicas, como cidadão crítico capaz de compreender e tomar decisões sobre o mundo natural e as mudanças nele ocorridas (INEP, 2010, p.01).

A preferência do termo letramento científico se dá por conta de uma construção e desenvolvimento do conhecimento científico, que considera as experiências e concepções oriundas de espaços não se restritos apenas ao ambiente escolar.

## **2.2 – Letramento científico e a formação cidadã**

O intercâmbio entre ensino de ciências e cidadania é apoiado pela legislação educacional em vários aspectos. Sendo que as orientações para o ensino de Ciências em vigor apontam para o preparo do educando para o exercício da cidadania e sua qualificação para o mundo do trabalho (BRASIL, 2013, p. 24). O ensino de Química deve voltar as atenções tanto para a informação química, quanto para o contexto social (SANTOS, 2010), pois é justamente a interrelação entre estes componentes que irá propiciar ao estudante a capacidade de participação ativa na sociedade, conferindo-lhe o caráter de cidadão. Conteúdo da sala de aula e os temas do cotidiano do aluno, devem ser abordados concomitantemente, possibilitando várias discussões importantes para sua conscientização enquanto cidadão membro de uma sociedade (ERIG, 2021).

Recentemente, o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) de 2018 revelou que 55% dos estudantes brasileiros, com 15 anos de idade, não possuem nível básico de ciências, o mínimo para o exercício pleno da cidadania. Índice que está estagnado desde 2009 (INEP, 2019). No âmbito da Ciência e Tecnologia, é imprescindível que a Sociedade, além de acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, tenha condições de avaliar e decidir sobre fatos que afetem diretamente suas vidas (PRAIA; CACHAPUZ, 2005, p. 174-175). Não restringindo

tais discussões apenas aos cientistas, tecnólogos, filósofos e políticos, entre outros especialistas de várias áreas (MIRANDA, 2008, p. 80).

Dessa forma, nas escolas primárias e secundárias o ensino de ciências também deveria ser mais efetivo a fim de fornecer a base para uma familiaridade duradoura com a ciência e a noção de suas implicações sociais (SHEN, 1975). A partir disso, vê-se a necessidade da formação do educando, a partir do letramento científico para além do discurso acadêmico; deve ser visto como um evento público de construção social (MIRANDA, 2008, p. 80).

### 2.3 – A abordagem da BNCC acerca do Letramento Científico

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento que define as diretrizes para Educação Básica. É um documento normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades do ensino básico (BRASIL, 2017). Branco *et al.* (2018) sintetizou os conceitos apresentados pela versão de 2017 da BNCC em um mapa conceitual, incluindo o letramento científico a fim de elucidar este que é um documento norteador para a educação no Brasil, em seu contexto contemporâneo (Figura 1.)

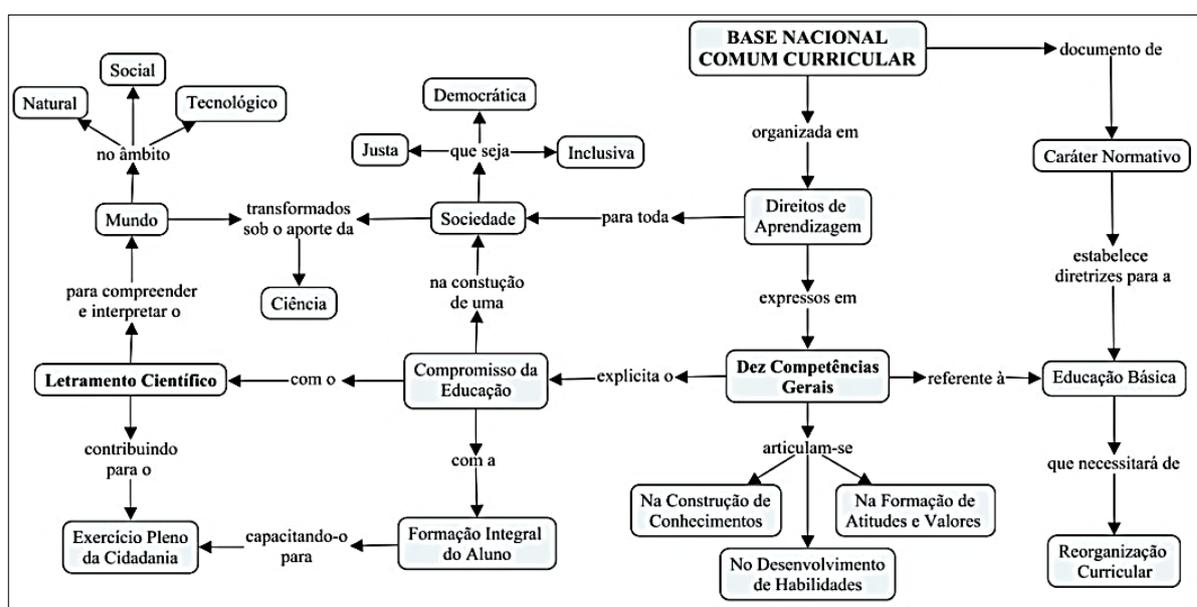


Figura 1 – Síntese dos conceitos da BNCC, versão de 2017.  
Fonte: Branco *et al.* (2018)

A BNCC estabelece que o letramento científico deva ser desenvolvido ao longo

da Educação Básica, com a proposta de garantir o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos e construídos ao longo da história. Tal construção deve ocorrer por intermédio da leitura, compreensão e interpretação de artigos e textos científicos, bem como as práticas e procedimentos da investigação científica. Os estudantes devem conseguir compreender, interpretar e formular ideias científicas em uma variedade de contextos, inclusive os cotidianos (BRASIL, 2017). Com isso, é essencial estimular um movimento de intervenção nos discentes, contribuindo para que eles possam modificar o meio em que vivem, isto é, desenvolver a capacidade de fazer uso social daquilo que se aprende.

Entende-se como letramento científico a capacidade de empregar o conhecimento científico para identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos científicos e tirar conclusões baseadas em evidências sobre questões científicas (INEP, 2010). Também faz parte do conceito de letramento científico a compreensão das características que diferenciam a ciência como uma forma de conhecimento e investigação; a consciência de como a ciência e a tecnologia moldam nosso meio material, cultural e intelectual; e o interesse em engajar-se em questões científicas, como cidadão crítico capaz de compreender e tomar decisões sobre o mundo natural e as mudanças nele ocorridas.

Contudo, a BNCC não apresenta a aprendizagem de conceitos científicos como função prioritária de aprender Ciência, todavia, dispõe que o conhecimento científico é indispensável para a formação integral, constando ainda que a área de Ciências da Natureza deve assegurar o acesso a este conhecimento, em sua diversidade, aproximando gradativamente os “processos, práticas e procedimentos de investigação científica”, sendo que, os princípios defendidos para tomadas de decisão e intervenções devem se pautar nos “princípios da sustentabilidade e do bem comum” (BRASIL, 2017a, p. 273).

Um ponto a ser destacado em relação às diretrizes apresentadas pela BNCC consiste na inevitável comparação desta com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) para o ensino de ciências. Nos PCN's, não havia citação direta ao letramento científico. Menciona-se a necessidade de construir e desenvolver o pensamento científico, sob a perspectiva do estabelecimento das relações entre o que é conhecido e as novas ideias, entre o comum e o diferente, entre o particular e o geral, bem como no definir contrapontos entre os muitos elementos no universo de conhecimento (BRASIL, 1997).

Há menções à necessidade de estruturar o pensamento científico, no sentido de “estabelecer relações entre o que é conhecido e as novas ideias, entre o comum e o diferente, entre o particular e o geral, definir contrapontos entre os muitos elementos no universo de conhecimento”. Também há o termo conhecimento científico, como o conjunto da produção científica realizada ao longo dos anos (BRASIL, 1997). Ainda que sem a mesma nomenclatura, os PCN já traziam a indicação de que os alunos deveriam não apenas aprender definições científicas, mas também procedimentos e atitudes de investigação, comunicação e debate de fatos e ideias (BRASIL, 1997).

No entanto, uma crítica a ser considerada, em relação à BNCC está no fato de que mesmo trazendo os conceitos para o Letramento Científico, aportado em um discurso inovador e transformador no que tange a educação científica, não estabelece quais ações e condições são necessárias para que as escolas e os professores possam consolidar tais competências (BRASIL, 2017). Outro contrassenso apresentado, também demonstrado por Branco *et al.* (2018) em seu trabalho está no fato de que:

“(...) ao priorizar o ensino baseado em competências e habilidades, em detrimento dos conteúdos científicos, a BNCC evidencia quais resultados são esperados, quando explicita que: “apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo”. (BRANCO *et al.*, 2018, p. 707)

Além da compreensão teórica e a indicação de objetivos, é preciso fortalecer ações para que se concretizem. A concretização da promoção do Letramento Científico a combinação de uma formação docente adequada, aliada com melhorias nas condições de trabalho dos profissionais da educação, bem como a manutenção e aumento nos recursos financeiros, estruturais e humano na educação pública, incentivo à pesquisa nas áreas de Ciências e Tecnologia, políticas públicas que garantam o acesso e a permanência dos alunos na escola.

## **2.4 – Novas abordagens e metodologias ativas da BNCC**

Com a implementação da Base Nacional Comum Curricular, tem-se entre seus desdobramentos a modificação na estrutura curricular voltada para a Educação Básica, com objetivo de promover a educação de forma integral, ampliando a carga horária, passando de 2.400 para 3.000 horas, com disciplinas obrigatórias e eletivas (MEC, 2017). A proposta de implementação do Novo Ensino Médio visa a autonomia do estudante, partindo da oferta de disciplinas de aprendizados tidos como essenciais

pela BNCC, juntamente com os itinerários formativos, de modo a flexibilizar o currículo, inclinando-o para o desenvolvimento das competências e habilidades pré-existent, bem como contribuir para os primeiros passos do discente para o mundo do trabalho (BRASIL, 2017).

Diante desse novo contexto educacional, cabe às instituições de ensino a oferta de abordagens pedagógicas que estimulem a autonomia e protagonismo desse estudante, fomentando a superação dos desafios que marcam essa fase da educação (SILVA *et al.*, 2018). Nesse sentido, Morán (2015) afirma que:

“As metodologias precisam acompanhar os objetivos pretendidos. Se queremos que os alunos sejam proativos, precisamos adotar metodologias em que os alunos se envolvam em atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes. Se queremos que sejam criativos, eles precisam experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrar sua iniciativa” (MORÁN, 2015, p.17).

Ao se pensar em metodologias ativas, cabe afirmar que o seu princípio teórico é a autonomia, uma atitude fundamental no processo pedagógico. Com isso, por meio de atividades que incitam o relacionamento entre os alunos, através das discussões e da resolução de problemas, o processo de ensino-aprendizagem pode se tornar significativo (FREIRE, 1996). Também acerca dos princípios básicos a serem conjugados a partir da aprendizagem ativa dos estudantes destacam-se: os conhecimentos prévios e as experiências; o conteúdo a ser ensinado e a variação de estratégias; e o levantamento de múltiplas hipóteses didáticas (BNCC, 2017).

Na construção da aprendizagem, o educador é o responsável pelo engajamento do aluno, assumindo o papel de “designer” de experiências cognitivas, estéticas, sociais e pessoais (MEC, 2017). Aplicar tais metodologias pode promover ao educando: o estímulo à criticidade e a expressão; maior engajamento nas aulas; promover maior autonomia e autoconfiança e; desenvolver habilidades de resolução de problemas. Esse trabalho levará o estudante a refletir sobre o seu papel, participando ativamente da construção do conhecimento, ampliando sua visão de mundo (SILVA *et al.*, 2018).

Sendo assim, as metodologias ativas voltadas para o ensino de Química podem incentivar a participação ativa dos alunos, a construção colaborativa do conhecimento, a investigação e a aplicação prática dos conceitos químicos. Essas abordagens promovem uma aprendizagem mais significativa, engajadora e duradoura, preparando os

alunos para enfrentar os desafios da Química e aplicar seus conhecimentos de forma relevante em diferentes contextos (GAMA, 2021), possibilitando ao estudante atingir os níveis mais profundos da *Pirâmide de Glasser*, gráfico que representa as atividades educacionais e seus respectivos percentuais de retenção de conhecimento, como pode ser visto na Figura 02:

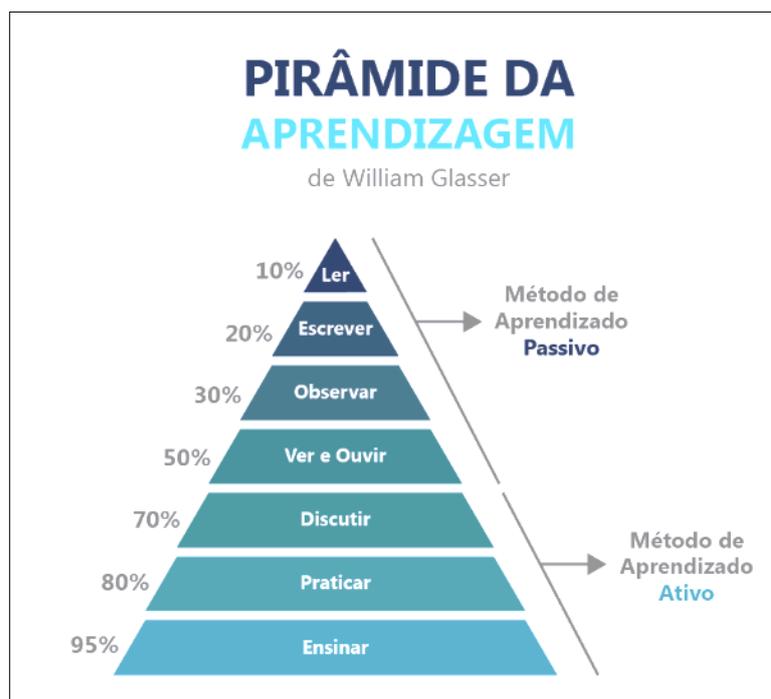


Figura 2 – Pirâmide de Aprendizagem de Glasser  
Fonte: Blog *Lyceum*

Quanto a conceituar e apresentar os tipos de metodologias ativas, não existe um consenso sobre a quantidade e variedade de técnicas disponíveis, uma vez que alguns autores têm variedades e conceitos que se distinguem em certos aspectos (FARIAS, 2021). Ahlert, Wildner e Padilha (2017), apresentam 8 métodos: I) Aprendizado por Pares; II) Aprendizagem Baseada em Projetos; III) Aprendizagem Baseada em Equipes; IV) Escrita através das Disciplinas; V) **Estudo de Caso**; VI) Pensamento Compartilhado em Pares; VII) Sala de Aula Invertida; e VIII) Ensino Híbrido.

Berbel (2011) por sua vez, traz 06 possibilidades de metodologias ativas. São elas: I) **Estudo de caso**; II) O processo do incidente; III) O método de projetos; IV) A pesquisa científica; V) A aprendizagem baseada em problemas; e VI) A metodologia da problematização com o Arco de Maguerez.

Já Camargo e Daros (2018), apresentam 43 estratégias interessantes das quais merecem destaque: I) Construção de situações-problema; II) Construção de estudo de caso; III) Designer thinking; IV) Ensino híbrido; V) **Estudo de caso**; VI) Matriz de problemas; VII) *Peer instruction* com o uso de *flash cards* ou aplicativos tipo *clickers*; e VIII) *Team Based Learning*.

A aplicabilidade de instrumentos que favoreçam o processo de aprendizagem, tornam-se mais eficazes, a partir do momento em que se tem o conhecimento prévio dos saberes apresentados por um grupo, uma vez que a verificação do que se conhece é necessário para favorecer a escolha de estratégias didáticas que permitam ao professor estimular o estudante na construção de novos saberes. Nesse sentido, O ponto de partida do trabalho desenvolvido em sala de aula é o levantamento dos conhecimentos prévios e o mapeamento das experiências dos estudantes, que podem ser feitos de maneiras diferentes (BNCC, 2017).

A BNCC (2017) ainda traz como sugestão de atividades a fim de promover tal verificação: a) desenhos e esquemas representativos; b) rodas de conversa; c) produções iniciais de texto; d) **análises de casos e situações**; e) encenações e dramatizações; f) desafios de lógica.

Portanto, para fins de mensurar o nível de letramento científico dos estudantes participantes dessa pesquisa, o estudo de casos, enquanto metodologia ativa, se configura como uma ferramenta eficaz, pois oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem, enquanto exploram a ciência envolvida em situações relativamente complexas (SÁ et al., 2007).

## 2.5 – Teste de Alfabetização Científica Básica

A Alfabetização Científica é uma competência que torna o indivíduo capaz de reconhecer e interpretar o cotidiano de maneira crítica e, na Educação Básica, sendo que um dos objetivos do Ensino de Ciências é atuar na sua promoção (SASSERON; MACHADO, 2017). A fim de elaborar índices de alfabetização científica, a nível populacional, uma das tentativas foi a criação do *Test of Basic Scientific Literacy – TBSL* pelos pesquisadores Laugksch e Spargo (1996). Esse questionário foi construído com base na visão de Alfabetização Científica de Miller (1983). O instrumento em questão apresenta proposições de situações cotidianas que podem estar ou não corretas do

ponto de vista científico, cabendo à pessoa indagada a emissão do seu parecer acerca de cada questionamento (LAUGKSCH; SPARGO, 1996).

Em seu estudo intitulado *Um estudo sobre alfabetização científica com jovens catarinenses*, Nascimento-Schulze (2006) traduziu e aplicou o teste pela primeira no Brasil, sendo, portanto, um marco para pesquisas voltadas para essa temática, utilizando o então traduzido *Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB)*. A tradução realizada pela autora contribuiu para que outros pesquisadores, pudessem utilizar o *TBSL* traduzido para aplicar em suas abordagens, como também foi feito nesta pesquisa.

Vizzotto e Del Pino (2020) realizaram um levantamento desde o primeiro trabalho publicado em que o TACB foi empregado por pesquisadores brasileiros, sejam esses voltados para Educação Básica ou até mesmo para o Ensino Superior compreendendo os anos de 2006 a 2020, onde avaliaram os aspectos positivos e negativos do uso desse questionário e se as informações obtidas em cada investigação convergem com as conclusões descritas pelos criadores desse instrumento. A constatação quanto ao uso do TACB para averiguação para mensurar o nível de Alfabetização Científica, seja na Educação Básica, ou no Ensino Superior foi de que esse teste se configura como um instrumento relevante:

Além do seu uso na pesquisa, a escola regular pode utilizar o instrumento para conhecer o nível de Alfabetização Científica dos alunos no início e final de um semestre ou ano letivo, a fim de fornecer um panorama da evolução ou estabilidade desse quantitativo em cada estudante (VIZZOTTO; PINO, 2020, p. 20).

## **2.6 – Utilização de Casos Investigativos como ferramenta para elaboração de indicadores de Letramento Científico**

Fazer uso de casos investigativos, tanto para verificação de níveis de letramento, quanto para a construção do conhecimento científico, faz desta uma ferramenta eficaz no processo de ensino-aprendizagem, pois tal proposta permite uma ligação entre teoria e prática, contribuindo para o protagonismo do estudante, uma vez que a ênfase no conteúdo deixa de ser exclusiva, de modo que a compreensão de determinados conceitos, habilidades e procedimentos vinculados a diferentes áreas do conhecimento se tornam possíveis com a utilização desta metodologia (MORAES; CASTELLAR, 2010).

Alguns pesquisadores como Leite e Esteves (2006) apontam para a promoção de um aprendizado mais independente e significativo acerca do conhecimento científico, contribuindo para o desenvolvimento das competências e habilidades ligadas ao raciocínio lógico e à cooperação, ao defender a utilização da metodologia de estudos de casos.

Quanto à relevância da utilização do estudo de casos em ambientes de construção de conhecimento, vale também destacar a abordagem feita por Sá e Queiroz (2009) na obra intitulada “*Estudo de caso no ensino de química* “. O livro traz uma reflexão para a importância do método para desenvolver a tomada de decisões diante de questões sócio científicas e aprimorar a argumentação – ambos aspectos essenciais para a formação da cidadania (OLIVEIRA, 2010).

Sobre o livro mencionado, Oliveira (2010) faz uma análise importante:

a obra apresenta-se como leitura essencial para professores em formação ou em exercício que se preocupam com uma educação na qual o aprendizado de conceitos não seja o fim em si, mas uma ferramenta para sua utilização em contextos mais amplos e significativos na vida dos educandos, isto é, uma educação científica que propicie espaços para debates e reflexões sobre aspectos econômicos, sociais, políticos, éticos etc. (OLIVEIRA, 2010, p. 279).

Sabe-se que os questionários são eficazes para medir os índices de letramento, também são os mais usuais. Contudo, há de se considerar também as críticas atribuídas a este tipo de abordagem. Tais críticas afirmam que as análises se fundamentam na apropriação ou aquisição da linguagem científica, de modo que as conclusões recaem na perspectiva de letramento científico funcional (SANTOS, 2006), como as abordagens da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) que por meio de estudos longitudinais internacionais, visam a determinar níveis de Letramento Científico (HOLBROOK; RANNIKMAE, 2007).

Ao se investigar a construção do Letramento Científico é importante que tais estudos estejam atentos para aspectos relacionados ao exercício de práticas sociais baseadas no conhecimento científico, também o desenvolvimento de atitudes e valores sociais, atributos do letramento multidimensional (BYBEE, 1995; TEIXEIRA, 2007).

Ao utilizar o estudo de casos envolvendo questões socio científicas em sua pesquisa, Lima e Weber (2019) constataram que a utilização desse tipo de metodologia se mostrou bastante eficaz para a determinação de níveis de letramento científico,

pois permitiu o desenvolvimento e investigação dos indicadores criados pelos próprios autores. No trabalho em questão, foram aplicados dois casos com os temas “*Diabetes Mellitus*” e “*Repelentes*”, aplicados para alunos do ensino médio, onde também definiram cinco indicadores de letramento científico: a) percepção de ciência e tecnologia no cotidiano; b) trabalho com informação científica; c) resolução de problemas; d) linguagem científica; e) argumentação. De forma semelhante, este estudo aborda a categorização dos níveis de Letramento Científico dos participantes a partir da resolução de casos investigativos.

## **2.7 – Categorização dos Níveis de Letramento Científico**

Entendendo que o processo de formação científica do indivíduo se inicia com a alfabetização, a etapa que a sucede é o letramento científico, onde ele é levado a adquirir a competência para empregar o conhecimento científico (INEP, 2010). Para mensurar o nível de letramento científico, isto é, a criação de indicadores, faz-se necessário estabelecer critérios que tenham um direcionamento específico (FERREIRA; CASSIOLATO; GONZALEZ, 2009) a fim de se obter um panorama deste estágio de construção do conhecimento científico.

### **2.7.1 – Diretrizes para categorização dos níveis de letramento**

Para que uma pessoa seja cientificamente letrada, ela precisa inicialmente entender que a ciência é: uma construção histórica, resultado da evolução das ideias humanas, não sendo verdades absolutas; deve possuir interesse pela ciência e tecnologia, compreensão de conceitos científicos básicos; e convicção de que as ciências podem ajudar na solução de problemas do cotidiano (PENICK, 1998).

No que diz respeito às diretrizes para categorização dos níveis de letramento científico, cabe o enfoque realizado por Teixeira (2007), baseando-se nos estudos de Miller (1983) ao mencionar as principais características que devem ser apresentadas por uma pessoa letrada cientificamente:

- a) Vocabulário científico básico para compreender artigos de jornais e revistas que tratam de artigos relacionados à ciência e tecnologia, principalmente quando estes artigos trazem assuntos que afetam direta ou indiretamente o seu cotidiano.

- b) Compreensão da natureza da construção científica, o que significa entender os processos de construção do conhecimento científico (pelo menos uma base).
- c) Algum nível de compreensão do impacto da ciência e tecnologia na sua vida ou na sociedade onde vive (TEIXEIRA, 2007, p. 29).

Nessa mesma perspectiva, vale destacar o trabalho de Teixeira (2007) ao estabelecer as seguintes diretrizes para a categorização do letramento científico:

- Ter um vocabulário básico de conceitos científicos, além de entender o seu significado e compreender as interligações das palavras deste vocabulário com as ações sociais e os fenômenos científicos.
- Ter uma compreensão da natureza e do método científico, assim como uma base para aplicação deste método para o auxílio no levantamento de hipóteses, elaboração de testes destas hipóteses acerca dos fatos citados.
- Compreender como esta ciência está inserida no contexto social e humano, assim como entender e saber se posicionar em relação aos impactos desta ciência na sua cultura e na sociedade onde vive (TEIXEIRA, 2007, p. 29).

Diante disso, é importante estabelecer parâmetros para que as investigações sobre letramento científico apresentem significado e consistência, e que possibilitem continuidade na busca de respostas para outras inquietações que possam surgir, assim como a busca de soluções para problemas apontados em função do estudo realizado. As diretrizes anteriormente mencionadas também se aplicaram à categorização realizada nesta pesquisa.

### **2.7.2 – Nivelamento a partir do estudo de casos**

O ensino de química se mostra significativo quando se propõe conhecer a composição e transformações de materiais, buscando entender o que provoca tais mudanças e as suas consequências. Dessa forma, visualizar fenômenos e possuir embasamento científico que possibilite a análise e um posicionamento crítico acerca de qual e como as metodologias científicas podem contribuir para solucionar problemas em uma comunidade demonstra a relevância e também a finalidade do letramento científico. No campo das ciências da natureza, o letramento se desenvolve em quatro estágios: nominal, funcional, estrutural e multidimensional (MILLER, 1983, 1998).

Quando o estudante reconhece termos específicos de vocabulário científico, apresenta-se no estágio nominal. Já no estágio funcional, ele também consegue definir os termos científicos, contudo, sem compreender plenamente o seu significado.

O estágio estrutural é atingido quando o estudante compreende ideias básicas que estruturam o atual conhecimento científico. Já no estágio multidimensional o aluno tem uma compreensão integrada do significado dos conceitos aprendidos, formando um amplo quadro que desenvolve também conexões e vínculos com outras áreas do conhecimento (TEIXEIRA, 2007). A partir dessa proposta de nivelamento realizada por Teixeira (2007), este estudo definiu seus níveis como mostra o quadro 1 a seguir:

**Quadro 1** – Compreendendo os cinco níveis de letramento científico.

Classificação	Características
<b>Nível 1</b>	Não reconhece fenômenos básicos da ciência em questão, não conhece conceitos e não tem vocabulário básico
<b>Nível 2</b>	Não tem o vocabulário, mas consegue identificar características peculiares sobre os materiais, entretanto, não tem conhecimentos sobre processos de separação para que ele consiga propor maneiras de promover tal separação.
<b>Nível 3</b>	Tem o vocabulário e consegue identificar e classificar o tipo de material (“mistura”), mas não tem conhecimentos dos métodos de separação e conceitos básicos para explicá-lo.
<b>Nível 4</b>	Reconhece e classifica os tipos de materiais, os relaciona com o cotidiano e utiliza seus conhecimentos sobre modelos e conceitos científicos básicos para explicá-lo. Entretanto, não consegue dar soluções para problemas do seu entorno.
<b>Nível 5</b>	Identifica e classifica os materiais, conhece as teorias envolvidas na composição desse material, consegue utilizar os conhecimentos básicos para resolver problemas reais do seu cotidiano.

Fonte: Elaborado a partir da pesquisa de Teixeira (2007)

### 2.7.3 – 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.

#### 2.7.4 – Indicadores para os níveis de 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 2 a seguir:

**Quadro 2** – Indicadores para os cinco níveis de letramento científico.

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

**Quadro 2** – Indicadores para os cinco níveis de letramento científico.

(continua)

Indicador	Níveis
<p><b>2) O trabalho com informações científicas.</b></p>	<p><b>Nível 1:</b> não utiliza informações científicas, apenas o senso comum;</p> <p><b>Nível 2:</b> a utilização de informações necessariamente científicas é pequena, dando prioridade a fatos do senso comum;</p> <p><b>Nível 3:</b> apresenta uma série de dados científicos de forma aleatória, mas sem enxergar relação entre eles, classificada rudimentarmente com conhecimentos científicos básicos;</p> <p><b>Nível 4:</b> as informações aparecem organizadas e hierarquizadas, utilizando algum fator diferente das relações científicas entre elas, como por exemplo: ordem cronológica;</p> <p><b>Nível 5:</b> organiza e hierarquiza cientificamente conhecendo as variáveis envolvidas.</p>
<p><b>3) Resolução de problemas</b></p>	<p><b>Nível 1:</b> não consegue propor qualquer solução;</p> <p><b>Nível 2:</b> não consegue propor uma solução baseada em informações científicas; a resolução do problema se dá basicamente por tentativa e erro;</p> <p><b>Nível 3:</b> 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><b>Nível 4:</b> 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, 2009), observando, levantando hipóteses e testando-as, propondo uma solução com base nessas hipóteses;</p> <p><b>Nível 5:</b> 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><b>4) Linguagem científica</b></p>	<p><b>Nível 1:</b> linguagem pouco familiarizada com temáticas do cotidiano e estabelece pouca ou nenhuma conexão com tais temáticas;</p> <p><b>Nível 2:</b> linguagem familiarizada com temáticas do cotidiano;</p> <p><b>Nível 3:</b> domínio básico da linguagem científica;</p> <p><b>Nível 4:</b> possui uma linguagem científica suficiente e adequada para se expressar em diversas situações;</p> <p><b>Nível 5:</b> 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 2** – Indicadores para os cinco níveis de letramento científico.

(conclusão)

Indicador	Níveis
<b>5) Argumentação</b>	<p><b>Nível 1:</b> o argumento é uma informação isolada e não leva a qualquer conclusão;</p> <p><b>Nível 2:</b> afirmação e argumento que cabe, mas sem justificativa, ou seja, o dado pode ou não se transformar em conclusão, com grande dificuldade;</p> <p><b>Nível 3:</b> o argumento é caracterizado por uma informação que compete com justificativa, ou seja, o argumento se estrutura em conclusão-dado-garantia (SÁ, 2010);</p> <p><b>Nível 4:</b> o argumento seria mais sofisticado gerando assim uma afirmação competente com justificativa e qualificadores ou resposta a um refutador;</p> <p><b>Nível 5:</b> 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)

Os indicadores apresentados pelo Quadro 2 foram aplicados como critérios para análise e caracterização dos níveis de letramento científico dos participantes desta pesquisa.

### 3 – METODOLOGIA

Esta é uma investigação que apresenta abordagem qualitativa, cuja escolha se baseou na natureza exploratória e interpretativa deste estudo, permitindo uma compreensão aprofundada acerca das concepções de letramento científico apresentada pelos participantes dessa pesquisa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Através de um questionário adaptado, de múltipla escolha, foi solicitado aos participantes que fornecessem respostas com o intuito de determinar o nível de alfabetização científica dos estudantes do ensino médio. O fato de os participantes terem sido escolhidos aleatoriamente compõe uma amostragem segura e realista, tendo em vista que a aleatorização é uma estratégia que visa garantir uma amostra representativa e minimizar possíveis direcionamentos na seleção dos participantes (GATTI, 2004; SAMPIERI, 2013).

Posteriormente, foi aplicado aos participantes casos investigativos, que por sua vez, se concentra em uma averiguação mais aprofundada de um fenômeno específico, o nível de letramento científico, em seu contexto natural. Nesse tipo de estudo, são coletados dados detalhados e descritivos para explorar aspectos complexos e específicos de um fato (VENTURA, 2007). A pesquisa qualitativa se preocupa em obter uma compreensão aprofundada e rica de fenômenos complexos, muitas vezes explorando perspectivas individuais, experiências e contextos (SAMPIERI, 2013).

#### 3.1 – Descrição das etapas deste estudo

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu em quatro etapas:

- **1ª Etapa:** Adaptação do Teste Alfabetização Científica Básica;
- **2ª Etapa:** Aplicação do TACB aos estudantes;
- **3ª Etapa:** Elaboração dos Casos Investigativos
- **4ª Etapa:** Aplicação de casos investigativos com o tema *Separação de Materiais*

Ao término das quatro etapas, seguiu-se para o tratamento e apreciação dos resultados obtidos e apresentados neste estudo.

### 3.2 – Público-Alvo

A pesquisa foi realizada e desenvolvida com 28 estudantes, todos do 3º ano do ensino médio do Colégio Estadual Arraial d'Ajuda, no município de Porto Seguro – Bahia. A análise foi feita a partir do convite realizado nas turmas do ensino médio regular. Esta escola conta com oito salas de aula, em um total de 24 turmas atendidas nos três turnos (matutino, vespertino e noturno), comportando cerca de 40 alunos em cada sala. São cerca de 700 alunos distribuídos em três períodos, atendendo ao ensino médio regular, técnico (Técnico em Hospedagem e Técnico em Recursos Humanos) e EJA (na modalidade Tempo Juvenil).

A escola conta com um laboratório de informática, um laboratório para as modalidades do ensino técnico, duas quadras e cozinha. Conta também com 26 professores, com aproximadamente 10% doutores, 30% mestres e mestrandos em várias universidades.

### 3.3 – 1ª ETAPA: Adaptação do Teste de Alfabetização Científica – TACB

#### 3.3.1 – Estrutura do teste

O teste aplicado consiste na adaptação do Teste de Alfabetização Científica – TACB (LAUGKSH; SPARGO, 1996). Tais adaptações foram:

- I. a seleção de questões (levando em consideração a relevância para a própria investigação);
- II. a divisão explícita de blocos de investigação
  - 1) *“A Terra e o Universo”*
  - 2) *“Conhecimento Científico”*
  - 3) *“Ciência e Sociedade”*
  - 4) *“Conhecimentos Biológicos”*
  - 5) *“A Evolução das espécies e da Terra”*
  - 6) *“Ciência e Tecnologia”*
  - 7) *“Conhecimentos de Física e Química”*
  - 8) *“Ciência e a Saúde Mental”*

III. a alteração na ordem das questões do questionário original (a fim de incluí-las em alguns blocos de investigação do questionário).

O objetivo da utilização dessa ferramenta consiste na avaliação dos níveis de letramento científico dos participantes e foi aplicado por meio de um formulário virtual, que foi respondido pelos próprios alunos.

Os blocos criados não apresentam uma quantidade igual de questões, sendo assim, a pontuação atribuída foi por percentual de acertos.

### **3.3.2 – Conceitos e critérios de avaliação**

A avaliação ocorreu mediante a quantidade de acertos e obedeceu aos seguintes critérios:

- De 0% a 25% de acertos – “*Alfabetização Científica em Nível Crítico*” (ACNC)
- De 25,1% a 50% de acertos – “*Alfabetização Científica A Construir*” (ACAC)
- De 50,1% a 75% de acertos – “*Alfabetização Científica Em Construção*” (ACEC)
- De 75,1% a 100% de acertos – “*Alfabetização Científica Construída*” (ACC)

### **3.4 – 2ª ETAPA: Aplicação do TACB**

Os estudantes foram convidados a responder o TACB, por meio de um questionário disponibilizado em ambiente virtual. Foi dado um prazo de duas horas, como sendo o tempo máximo para responder tais questões. Aqueles que aceitaram participar utilizaram os próprios aparelhos celulares conectados à internet. Após a aplicação do TACB, os resultados obtidos foram analisados e a partir do percentual de acertos, que atribuiu a cada estudante um nível de alfabetização científica, de acordo com este estudo.

### **3.5 – 3ª ETAPA: 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 3 – 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 4 – Caso investigativo “A melhor equipe, cuida do melhor do mundo”****A melhor equipe, cuidando do melhor do mundo.**

*Vocês trabalham no laboratório de análises clínicas da equipe de saúde de um importante clube de futebol árabe, o Al Nassr, que tem o jogador português Cristiano Ronaldo como sua maior estrela.*

*Em um jogo válido pelo campeonato inglês, o atacante se machucou. Por se tratar do jogador mais importante da equipe, 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 melhor jogador do mundo está em suas mãos. De que forma é possível obter o PRP e ajudar o Cristiano Ronaldo e o Al Nassr?**

Fonte: Criado pelo autor

**Quadro 5 – 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 1cm<sup>3</sup>.*

*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 6 – Caso investigativo “Sobrevivendo em tempos difíceis”.**

<p><b>Sobrevivendo em tempos difíceis</b></p> <p><i>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.</i></p> <p><i>Nesse local tudo é muito difícil para se conseguir, principalmente alimentos.</i></p> <p><i>O grupo levou uma grande quantidade de alimentos, mas que, devido a grande quantidade de refugiados, rapidamente diminuiu o estoque de alimentos.</i></p> <p><i>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.</i></p> <p><b>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?</b></p>
---

Fonte: Criado pelo autor

**Quadro 7 – Caso investigativo “Salvando Aves Marinhas”.**

<p><b>Salvando “Aves Marinhas”.</b></p> <p><i>São chamadas de aves marinhas as espécies que consomem peixes localizados nos mares ao longo da superfície do globo terrestre.</i></p> <p><i>Alguns desses peixes, que são presas dessas aves, dividem o seu espaço com tubulações por onde passa petróleo explorado na região do pré-sal.</i></p> <p><i>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.</i></p> <p><i>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.</i></p> <p><b>Como proceder nesse caso? Como e qual seria o processo de separação utilizado para remover esse óleo?</b></p>
--

Fonte: Criado pelo autor

### **3.6 – 4ª ETAPA: Aplicação dos Casos Investigativos para Letramento Científico**

Partindo do pressuposto de que o processo de alfabetização é uma etapa que antecede o letramento (SANTOS, 2005), essa etapa se dedicou a investigar 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 e aplicados casos investigativos cujo tema refere-se a aplicações dos métodos de separação de materiais.

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 8 a seguir apresenta a disposição dos casos:

**Quadro 8** – Distribuição dos casos mediante o conceito de Alfabetização Científica.

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

## 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados nessa pesquisa decorrem de acordo com as etapas descritas na metodologia. Inicialmente são exibidos e discutidos os dados referentes ao TACB, onde é discutida de maneira mais aprofundada, levando em consideração cada seção criada na adaptação deste questionário. Em seguida, são exibidos e discutidos os dados referentes às etapas subsequentes, que se referem aos estudos de casos, primeiramente a escolha do tema para a elaboração dos casos, seguida dos relatos e apreciação; e a categorização do letramento científico, baseada nas informações apresentadas por essa pesquisa.

### 4.1 – Análise dos dados referentes a aplicação do TACB

O gráfico a seguir, Figura 3, apresenta o percentual de acertos pela quantidade de estudantes participantes

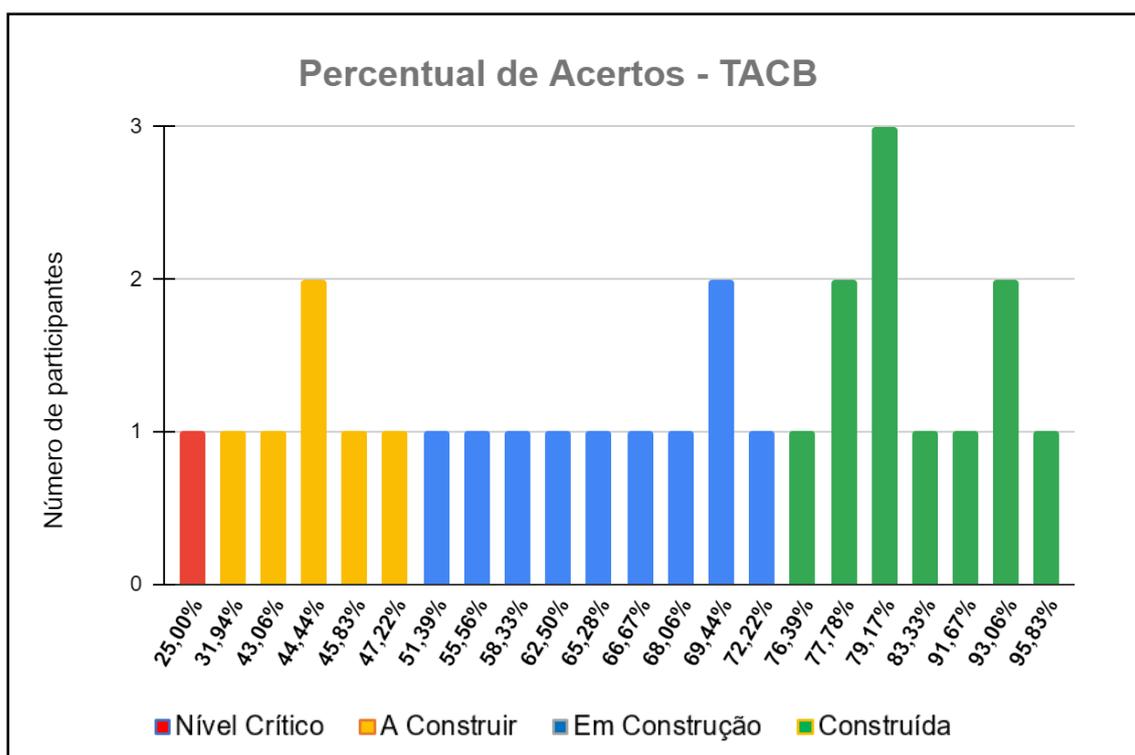


Figura 3 - Teste de Alfabetização Científica: Pontuação dos participantes

Fonte: Dados da pesquisa

Dos 28 participantes, 01 apresentou alfabetização científica em “nível crítico” (cor vermelha), 06 obtiveram conceito “a construir” (cor amarela), 10 com

alfabetização científica “em construção” (azul) e 11 participantes alcançaram o conceito alfabetização científica “construída” (cor verde do gráfico).

De acordo com o gráfico, na amostra investigada há estudantes que figuram em todos os níveis de categorização desse estudo. O intervalo do percentual de acertos foi entre 25% e 95,83%, conforme é apresentado. A pontuação média entre os alunos foi de aproximadamente 65,9%, o que aponta para a categoria de alfabetização científica em construção.

### **Conceito 01 – “Alfabetização Científica em Nível Crítico” (ACNC)**

Os estudantes que obtiveram nessa etapa de investigação o percentual de acertos compreendido entre 0% e 25% são classificados como discentes em nível crítico, cuja alfabetização científica pode ser considerado incoerente com a série à qual estes alunos estão. Já que o ensino médio é a última etapa da educação básica (LDB, 1996), sendo assim, espera-se que alunos do ensino médio possam desenvolver atividades científica (leitura, análise e tomada de decisão) com um nível assertivo bem acima dos 25% associado à esta categoria inicial denominada de nível crítico.

Ao verificar tal discrepância em relação ao questionário, este método de investigação pode contribuir para revelar tais problemas visando melhor acompanhamento ao aluno, na busca de uma intervenção que venha favorecê-lo no que diz respeito ao alcance de competências e habilidades inicialmente defasadas e detectadas por este estudo.

### **Conceito 02 – “Alfabetização Científica A Construir” (ACAC)**

Por se tratar de um teste que aborda questões voltadas para diferentes áreas da ciência, ao observar um percentual entre 25,1% e 50%, pode-se constatar que o processo de alfabetização científica, em se tratando de estudantes do ensino médio, ainda necessita ser construído, tendo em vista que nessa etapa, os componentes curriculares da área de ciências da natureza e suas tecnologias voltam as suas atenções para a compreensão de conceitos que contribuirão para a explicação de fenômenos, bem como a compreensão e aplicação de tecnologias.

Vale destacar o que está expresso no artigo 35 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (1996) ao mencionar que o Ensino Médio tem como uma de suas finalidades a consolidação e aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos. É importante que ao ingressar no ensino médio, o estudante seja capaz de compreender conceitos básicos de ciências nas suas diversas áreas, para que possa aplicar nas áreas mais específicas como a Química, a Física e a Biologia, por exemplo.

O contexto em que se desenvolvem e se aplicam os conhecimentos científicos e tecnológicos, não é essencialmente diferente para cada uma das disciplinas da área, e o caráter histórico da construção desses conhecimentos é também um traço geral. Pode haver especificidades nos aspectos éticos envolvendo, por exemplo, a física das radiações, a química da poluição, a biologia da manipulação gênica, ou a matemática do cálculo de juros, mas o conhecimento disciplinar é, em qualquer caso, recurso essencial para um desígnio humano comum. (PCN+, 1997)

### **Conceito 03 – “Alfabetização Científica Em Construção” (ACEC)**

O intervalo de acertos que vai de 50,1% até 75%, pode ser classificado como Alfabetização Científica em Construção, tendo em vista que metade, ou um pouco a mais da metade das questões foram respondidas com êxito.

Como fora mencionado, o ensino médio pressupõe uma etapa em que o processo de alfabetização científica tenha sido concluído, o que implica na aplicação dos conceitos aprendidos e resolução de problemas: o letramento científico. Este índice aponta para um processo que não foi concluído com êxito ao tempo que foi destinado e proposto para a construção dos saberes em ciências.

### **Conceito 04 – “Alfabetização Científica Construída” (ACC)**

Os estudantes que obtiveram pontuação acima de 75,1% podem ter esse conceito a eles atribuído. Quanto à finalidade do Ensino Médio, voltando a fazer menção à LDB (1996) em seu art. 35, está escrito que:

“O Ensino Médio (...), terá como finalidade: (...) III - **a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.**” (LDB, 1996, grifo nosso).

Atingir tal finalidade requer que o estudante tenha concluído o processo que precede o letramento científico. Portanto, o que se espera é que na última etapa da Educação Básica, o estudante tenha um nível satisfatório de alfabetização científica, pois assim, este será capaz de desenvolver e construir e aplicar o conhecimento adquirido, contribuindo para seu desenvolvimento intelectual, o que corrobora para a preparação básica para o trabalho e a cidadania.

A Figura 4 apresenta o percentual de alunos de acordo ao conceito atribuído mediante o resultado do TACB.

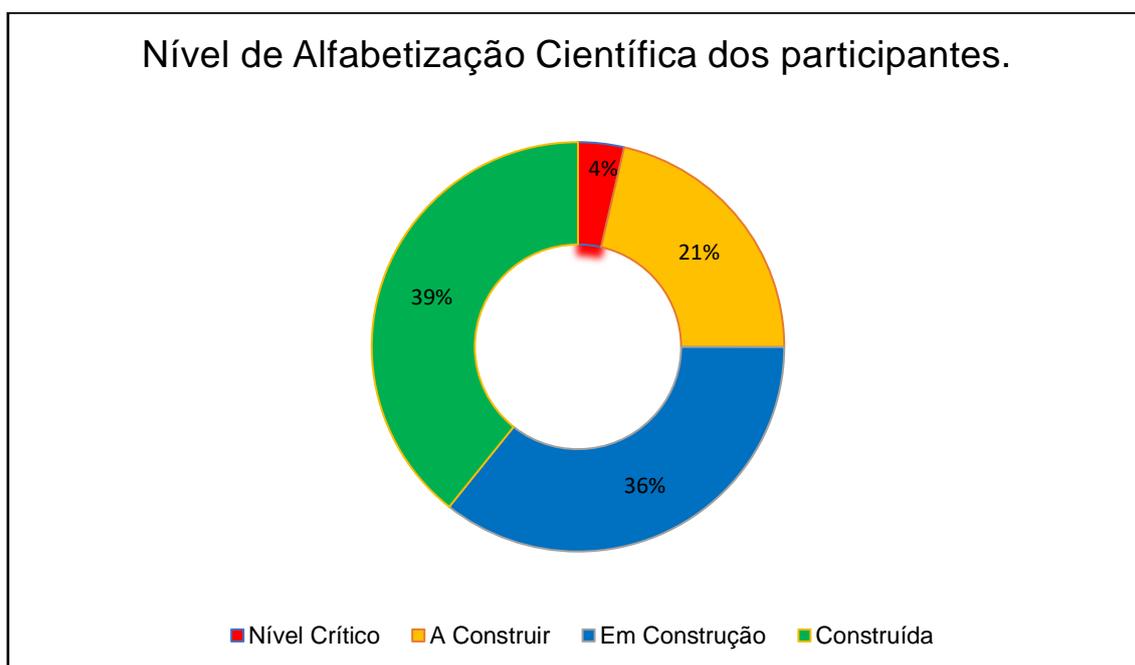


Figura 3 - Quantitativo dos conceitos obtidos pelos participantes

Fonte: Dados da pesquisa

A partir dos dados expostos, observa-se que 25% dos alunos chegaram ao ensino médio com nível muito baixos de alfabetização científica. Somados, mais da metade dos participantes obtiveram os conceitos “*Nível Crítico*”, “*A Construir*” e “*Em Construção*”. Em se tratando do Ensino Médio, esperava-se que este não fosse um número tão expressivo, tendo em vista que, por se tratar de um teste de alfabetização científica básica, estudantes que cursam a Educação Básica, o ideal era que este percentual fosse menor, ao se comparar com os alunos que apresentaram o conceito “*Construída*”, que por sua vez, obteve o maior percentual dentre os conceitos, quando comparados separadamente.

A alfabetização científica envolve a compreensão dos conceitos, o desenvolvimento de habilidades científicas, como observação, investigação, experimentação e análise de dados. Portanto, é essencial para o desenvolvimento de uma compreensão sólida do mundo e para a participação ativa na sociedade atual, cada vez mais influenciada pela tecnologia (SASSERON, 2017). Tais competências são esperadas em estudantes do ensino médio (BNCC, 2017).

### Bloco 01 – A Terra e o Universo

Na figura 5 a seguir são apresentadas as questões que obtiveram maior percentual de acertos deste segmento:

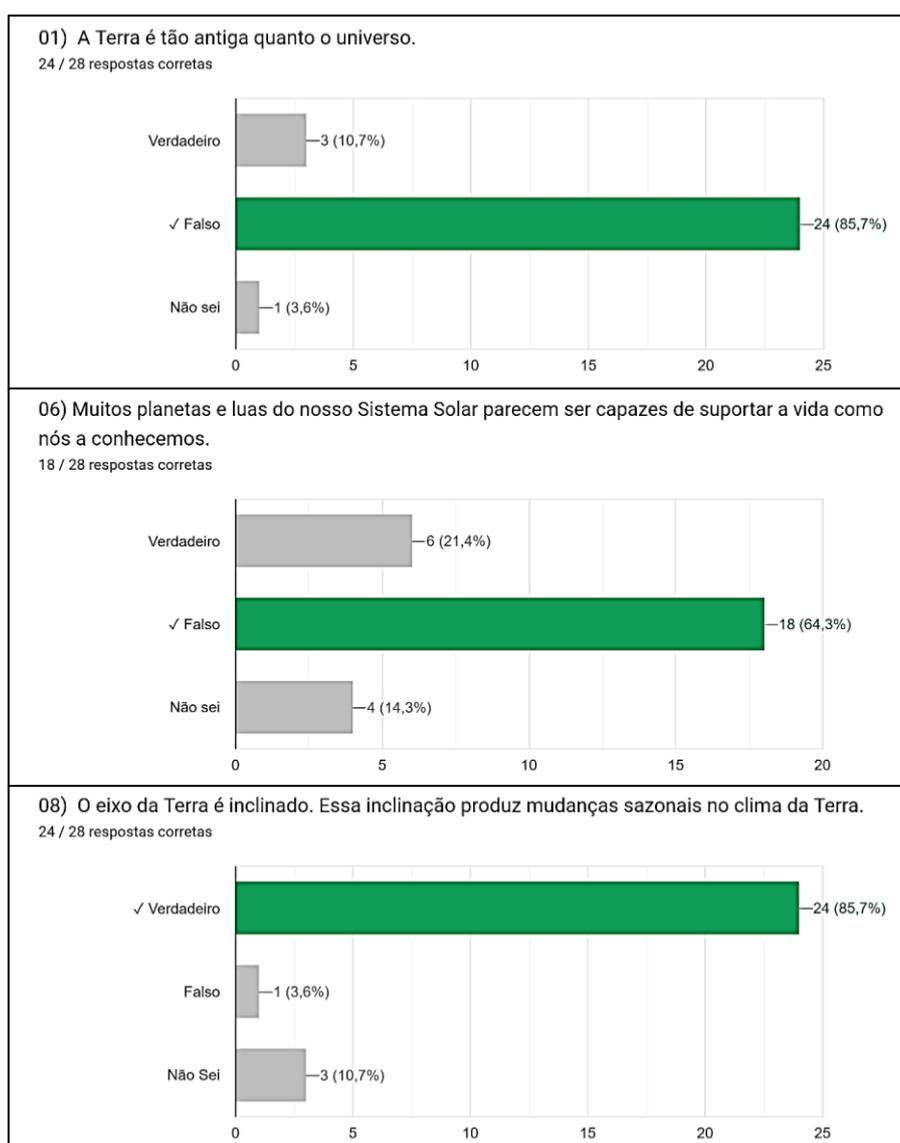


Figura 4 – Bloco 01: Questões com maiores percentuais de acertos – Obs.: O gráfico verde indica a resposta correta.

Fonte: Dados da pesquisa

Os gráficos da Figura 5, destacam a resposta correta com a cor verde e mostram que, no geral, as questões deste bloco obtiveram um percentual acentuado de acertos, exceto a questão número 05, cujo percentual de erros foi de aproximadamente 68%, conforme mostra a figura a seguir:

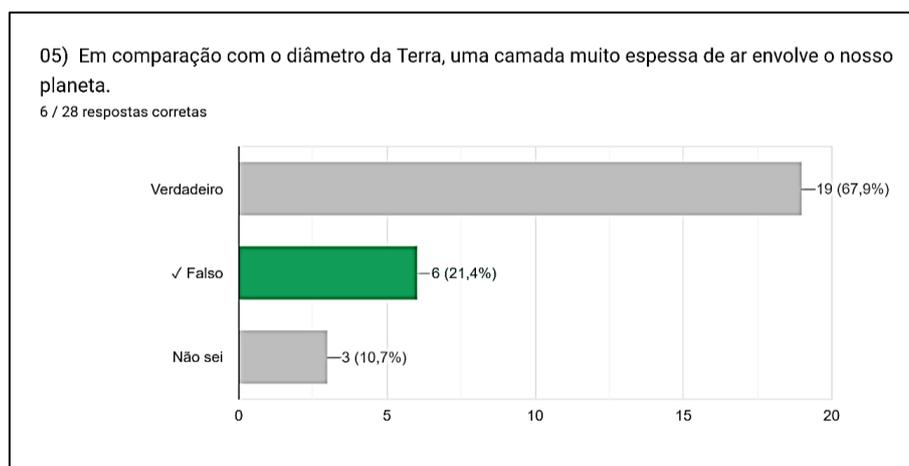


Figura 5 – Bloco 01: Questão com menor percentual de acertos (*Obs.: O gráfico verde indica a resposta correta.*)

Fonte: Dados da pesquisa

Essa questão exigiu dos estudantes um conhecimento sobre o tamanho da Terra, também da atmosfera, o reconhecimento das suas camadas, bem como das características das camadas que formam a atmosfera, tendo em vista que era necessário reconhecer qual camada da atmosfera apresentava camada de ar de forma mais espessa e comparar com o diâmetro da Terra.

Ao serem questionados, em diálogo após a aplicação e divulgação dos resultados ao grupo dos estudantes participantes, grande parte dos estudantes desconheciam, ou não se recordavam de que a atmosfera terrestre apresentava camadas. Outra parte dos estudantes não se recordava do significado da palavra *diâmetro*, dentre eles, os participantes que assinalaram que não sabiam responder.

A camada mais espessa da atmosfera terrestre é a troposfera. A troposfera é a camada mais baixa da atmosfera, que se estende desde a superfície da Terra até uma altitude média de cerca de 12 quilômetros nos polos e até 17 quilômetros na linha do equador. Essa camada contém a maior parte do ar da Terra, cerca de 75-80% da massa total da atmosfera. É onde ocorrem os fenômenos meteorológicos e onde vivem e respiram a maioria das formas de vida. À

medida que a altitude aumenta dentro da troposfera, a temperatura geralmente diminui (CPRM, 2014).

Comparada ao diâmetro da Terra, a troposfera, camada mais espessa de ar, é muito menor, uma vez que o diâmetro médio da Terra é de cerca de 12.742 km. Em termos de escala em relação ao diâmetro da Terra, a troposfera é uma camada relativamente fina, sendo, portanto, uma fração muito pequena do tamanho total da Terra (CPRM, 2014).

As questões deste bloco têm como fim averiguar a concepção dos estudantes sobre conceitos voltados para a astronomia, a julgar este ser um tópico relevante para a formação dos indivíduos, uma vez que este conhecimento permite a reflexão acerca da origem tanto da Terra, quanto do ser humano no tempo e no espaço. Vale destacar que o ensino de ciências parte de ideias prévias, o que estrategicamente, propicia aos educandos, colocar em evidência as suas incoerências na forma de pensar, fazendo surgir problemas significativos que eles deverão resolver (SCARINCI; PACCA, 2006).

## **Bloco 02 – Conhecimento Científico**

Este bloco de questões aborda o papel da ciência, do(a) cientista e suas atribuições. É importante saber se o estudante apresenta alguma noção do que vem a ser conhecimento científico distinguindo-o corretamente do que pode ser considerado como senso comum, pseudociência e até mesmo de ideias vinculadas apenas aos saberes tradicionais. As questões trazidas pelo TACB, neste bloco, são de cunho reflexivo.

Na Figura 7, a seguir, são apresentados os gráficos das questões que obtiveram os maiores percentuais de acertos dos participantes voltados para o segundo segmento deste questionário, que tinha como tema *Conhecimento Científico*.

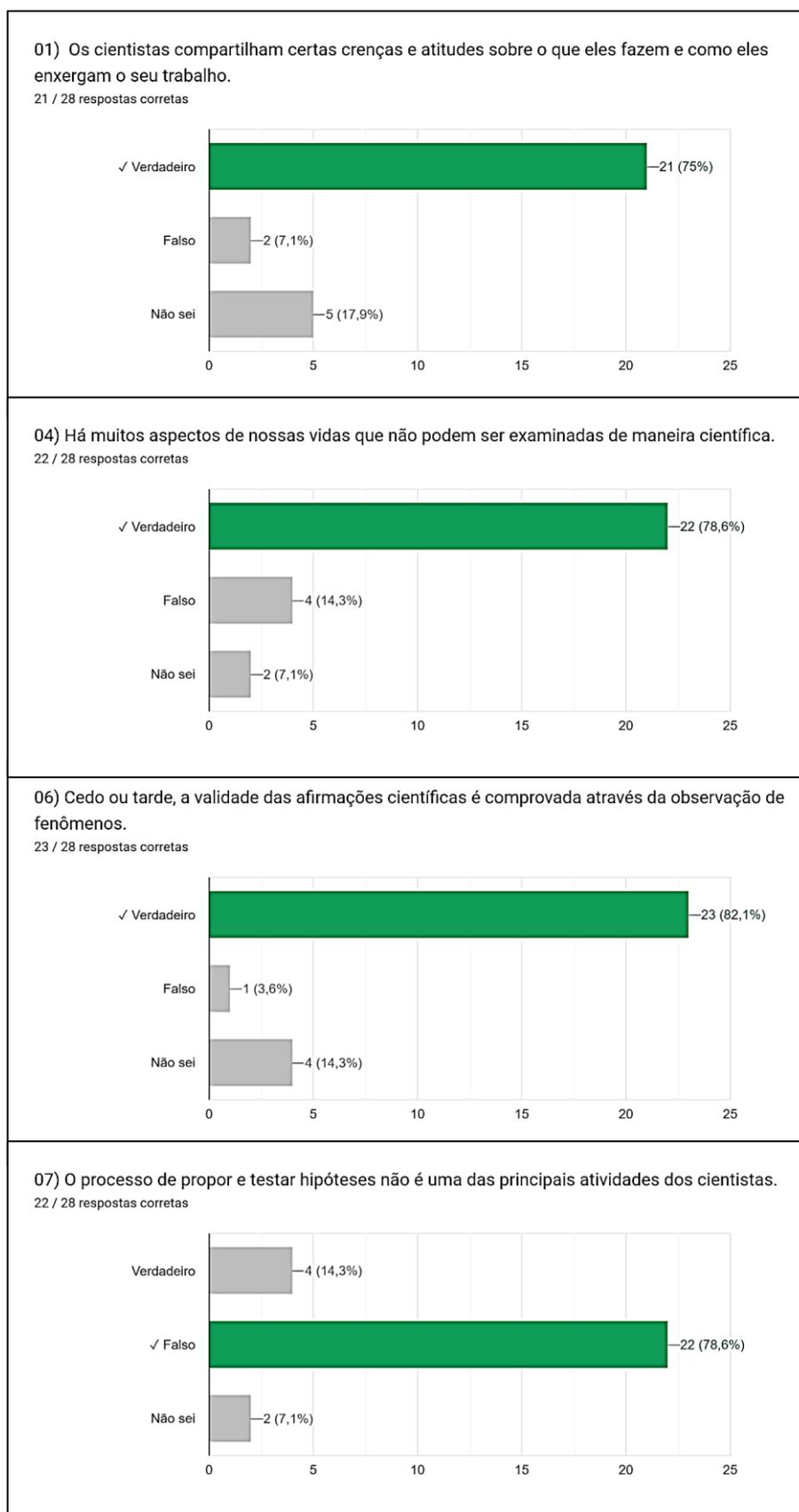


Figura 7 – Bloco 02: Questões com maiores percentuais de acertos (Obs.: O gráfico verde indica a resposta correta.)

Fonte: Dados da pesquisa

O que também ocorre de forma reflexiva é o próprio conhecimento científico, sendo a reflexão uma das etapas sucedidas pela construção e divulgação de informações acerca do objeto de pesquisa estudado (LIMA; SILVA, 2022). Não se origina apenas da necessidade de encontrar maneiras de resolver problemas práticos, mas do anseio em explicar sistematicamente fatos que possam ser testadas e criticadas por meio de evidências empíricas (GOMIDES, 2002).

Os dados exibidos evidenciam que a maioria dos participantes apresentam noções sobre a importância do conhecimento científico: I) para o desenvolvimento da própria ciência, II) de como isso está ligado à capacidade de argumentar sobre algo; III) sobre buscar respostas usando métodos que comprovem o que se pensa; IV) de que tais ideias podem ser vistas através de fenômenos que antes não eram possíveis de se explicar, mas que, com métodos de investigação a fim de testar as teses antes propostas, uma das principais atividades dos cientistas; V) é imprescindível também à sobrevivência humana.

Este bloco também apresentou questões com um percentual significativo de respostas incorretas, que são exibidos pela Figura 8.

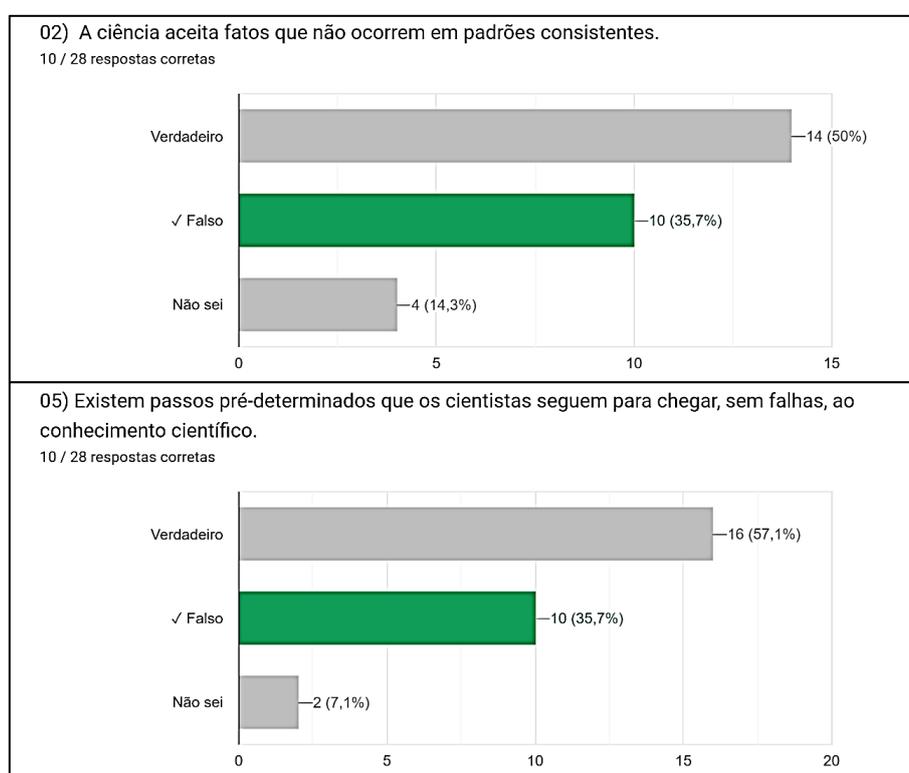


Figura 8 – Bloco 02: Questões com menores percentuais de acertos (Obs.: O gráfico verde indica a resposta correta.)

Fonte: Dados da pesquisa

Portanto, para a formação de alunos cientificamente letrados, é fundamental conhecer os conceitos científicos, e aplicá-los no seu cotidiano (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001).

### Bloco 03 – Ciência e Sociedade

São apresentados a seguir, na Figura 9, as questões que obtiveram maiores percentuais de acertos dos participantes voltados para o terceiro segmento.

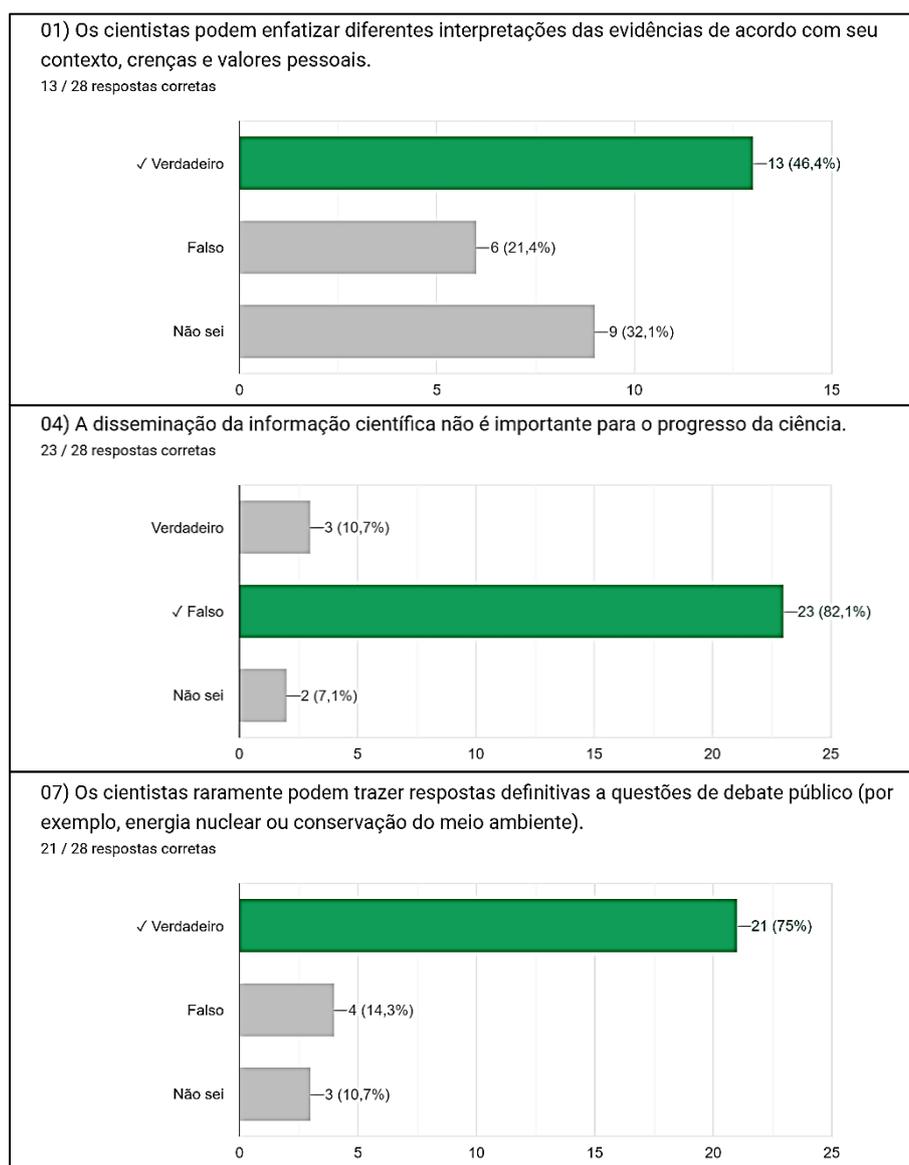


Figura 6 – Bloco 03: Questões com maiores percentuais de acertos (Obs.: O gráfico verde indica a resposta correta.)

Fonte: Dados da pesquisa

As implicações que envolvem as ciências, no que tange a vida dos seres

humanos e suas relações em comunidade, são aspectos investigados neste bloco.

Sobre os questionamentos exibidos na Figura 9, pode-se ponderar que cientistas são seres humanos e, como tal, podem ter influências pessoais, contextuais, crenças e valores que podem afetar suas interpretações e abordagens em certa medida. Entretanto, a ciência é baseada em evidências e submetida a um rigoroso processo de revisão, que visa minimizar a influência pessoal e subjetividade. Eles são treinados para seguir métodos científicos, que envolvem a formulação de hipóteses, a coleta de dados empíricos e a realização de experimentos para testar essas hipóteses. O processo de revisão por pares envolve outros cientistas revisando e avaliando o trabalho de seus colegas para garantir a objetividade e a qualidade de uma pesquisa. (MARCONI; LAKATOS, 2003).

A partir das respostas dadas pelos participantes, pode-se perceber que a maior parte deles compreende que embora haja espaço para interpretações diferentes dentro da comunidade científica, a ciência busca objetividade. A revisão por pares e a replicação independente dos resultados são mecanismos importantes para minimizar tal subjetividade e garantir que as conclusões sejam confiáveis e robustas. No entanto, é importante reconhecer que a interpretação dos resultados científicos pode ser influenciada pelo contexto cultural, social e político em que os cientistas e a comunidade estão inseridos.

Por isso, é importante ter uma diversidade de perspectivas na comunidade científica, para que diferentes pontos de vista sejam considerados e a ciência possa avançar de maneira mais abrangente e completa (CASTRO, 1978). Além disso, é importante distinguir entre a interpretação dos resultados científicos e a própria ciência em si.

A figura 10, a seguir, apresenta questões empatadas quanto ao número de acertos e erros, onde os questionamentos também seguiam o mesmo viés, porém, coincidentemente, faziam abordagens voltadas para os aspectos da diversidade e da coletividade: De como a ciência pode interferir na visão de mundo das pessoas, nas ações humanas e suas implicações para a manutenção do ambiente em que vivem:

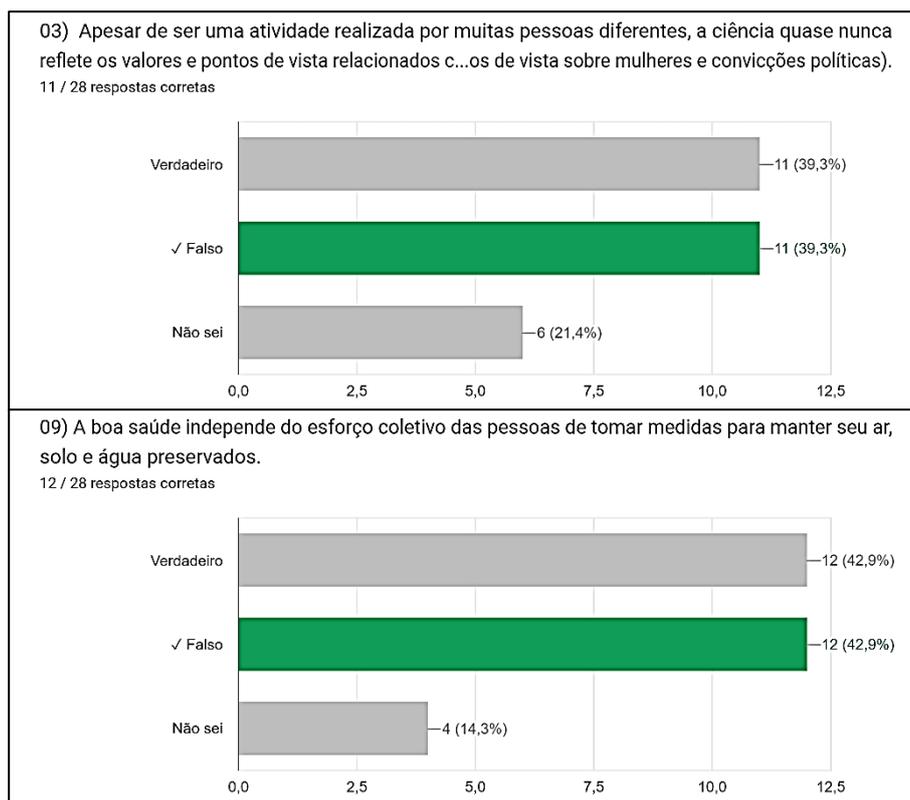


Figura 7 – Bloco 03: Questões com percentuais iguais de acertos e erros (*Obs.: O gráfico verde indica a resposta correta.*)

Fonte: Dados da pesquisa

A qualidade do ar, solo e água tem um impacto significativo na saúde humana, e a degradação desses recursos pode levar a problemas de saúde. Um cidadão alfabetizado cientificamente precisa perceber que ele pode adotar medidas para proteger a sua saúde, como: beber água limpa; evitar a exposição a poluentes do ar; e consumir alimentos cultivados de forma sustentável. Essas ações individuais são importantes para o bem-estar pessoal e reduz o risco de certas doenças (TOVAR, 2016).

Além disso, é importante compreender que os esforços coletivos para preservar o meio ambiente são igualmente importantes, são elas: Políticas ambientais eficazes; regulamentações e práticas sustentáveis podem ajudar a proteger os recursos naturais; e reduzir a poluição. Essas medidas coletivas podem beneficiar a saúde de uma população em larga escala (CUNHA; AUGUSTIN, 2014).

Portanto, a conscientização individual e a responsabilidade coletiva são fundamentais para proteger o meio ambiente e garantir um ambiente saudável

para as gerações futuras. Um indivíduo letrado cientificamente é capaz de compreender tais situações.

A figura 11 expõe a questão que obteve uma discrepância significativa quanto ao número de acertos:

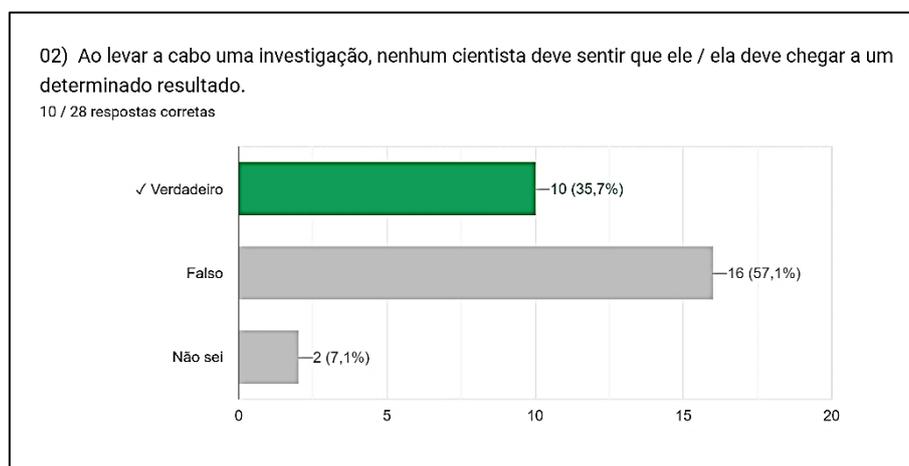


Figura 8 – Bloco 03: Questões com maiores percentuais de erros (*Obs.: O gráfico verde indica a resposta correta.*)

Fonte: Dados da pesquisa

Ser letrado cientificamente é entender que um cientista deve buscar a verdade objetiva e imparcial ao realizar uma investigação, por meio de métodos rigorosos e baseados em evidências. Também é importante compreender que os cientistas devem evitar ter uma predisposição em relação aos resultados de sua pesquisa, ou seja, eles devem estar dispostos a seguir a evidência e a aceitar os resultados, independentemente de se alinharem ou não com suas expectativas iniciais.

As investigações de um pesquisador devem ser realizadas com mente aberta, considerando diferentes perspectivas e interpretando os dados de forma imparcial, pois a subjetividade pode influenciar na forma como os cientistas formulam suas hipóteses, coletam e interpretam dados, mas é importante fazer esforços conscientes para minimizar essa perspectiva (KÖCHE, 2011). Além disso, a ética científica exige que os cientistas busquem a verdade, independente de suas preferências pessoais. Isso envolve aplicar métodos científicos robustos, ser transparente na divulgação de resultados e permitir que outros pesquisadores avaliem e repliquem suas descobertas (DIAS, 2021).

Portanto, o conhecimento científico, é relevante para a sociedade, tendo se tornado um requisito para a formação de cidadãos conscientes e críticos sobre os eventos que ocorrem no mundo. Até mesmo para que se compreenda novas configurações sociais, bem como o desenvolvimento científico, a inovação e o crescimento local e nacional (SANTOS; OLIOSI, 2013).

#### Bloco 04 – Conhecimentos Biológicos

Neste bloco não houve uma questão em que o percentual de erros fosse maior que o de acertos. Fato relevante, pois esta etapa aborda conteúdos vistos em ambiente escolar. O que permite constatar que o bom aproveitamento evidencia a importância da escola na promoção e construção do letramento científico. A Figura 12 exibe os maiores percentuais de acertos dos participantes:

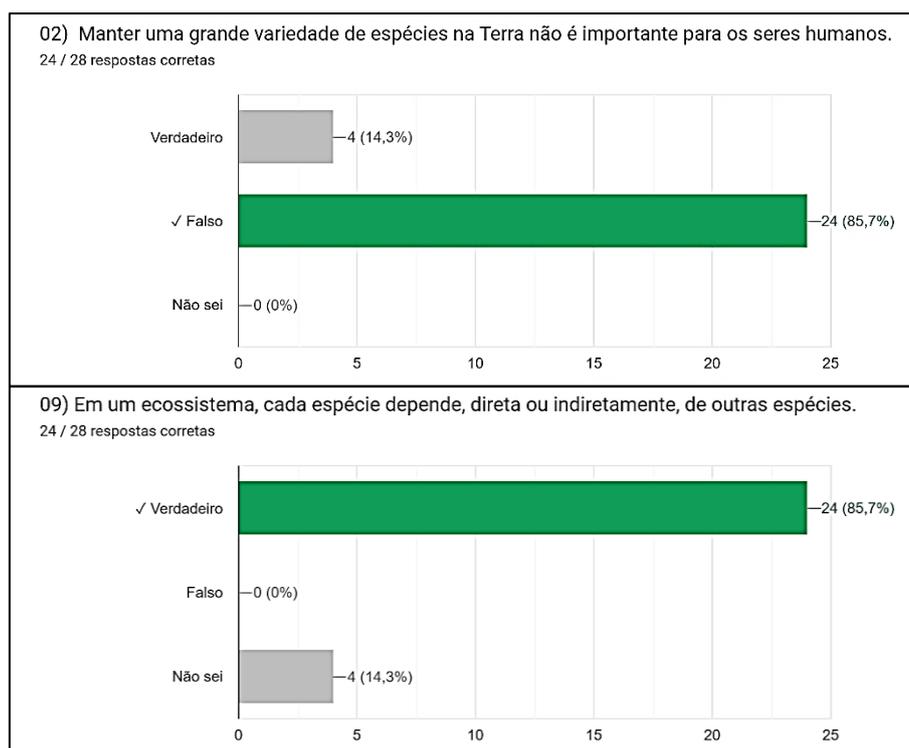


Figura 9 – Bloco 04: Questões com maiores percentuais de acertos (Obs.: O gráfico verde indica a resposta correta.)

Fonte: Dados da pesquisa

A Figura 13 a seguir apresenta os dados referentes às questões que obtiveram menor percentual de acertos:

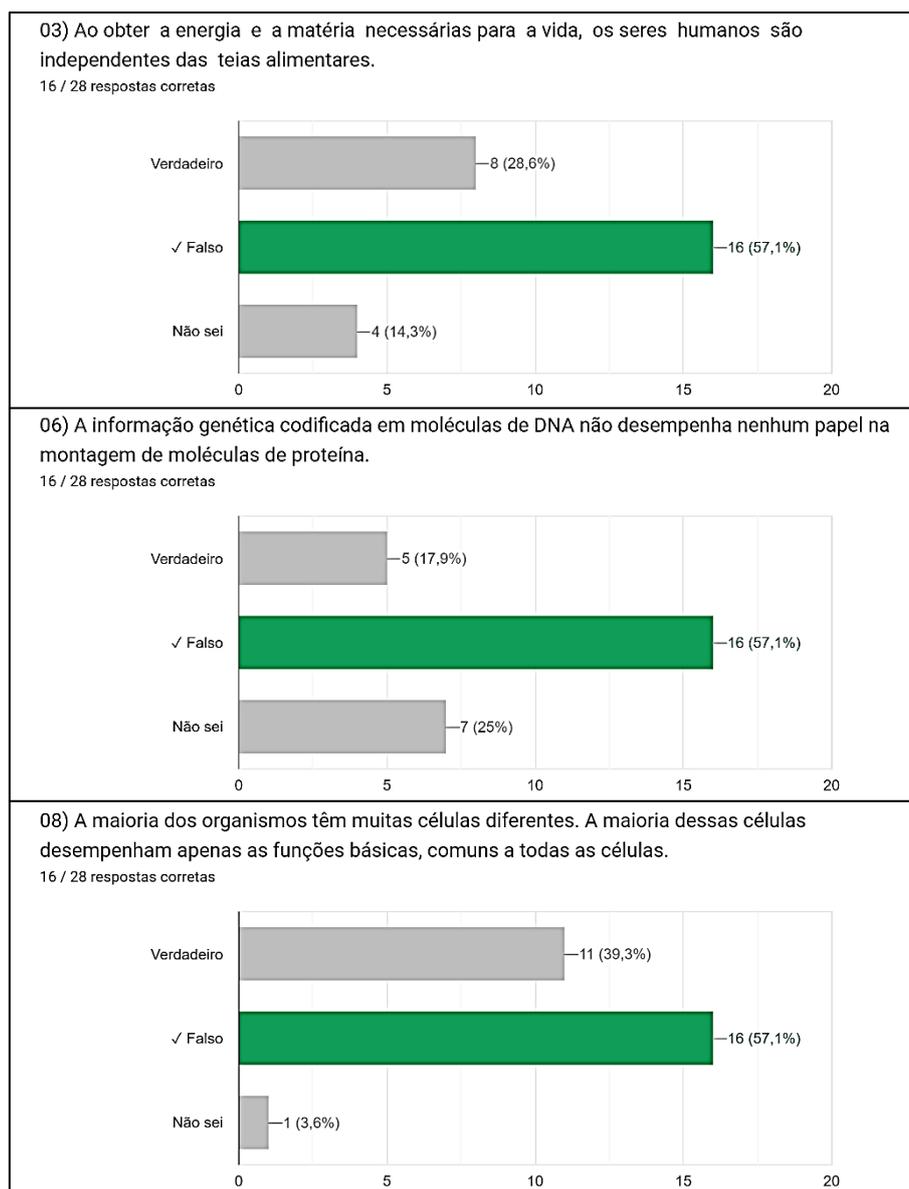


Figura 10 – Bloco 04: Questões com menores percentuais de acertos (*Obs.: O gráfico verde indica a resposta correta.*)

Fonte: Dados da pesquisa

Conceitos e implicações relacionadas aos conhecimentos de biologia, uma das disciplinas incluídas na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), no que tange às concepções dos alunos são averiguadas nesta etapa do questionário.

Os conteúdos dessa disciplina são comumente vistos e estudados por alguns estudantes nas suas etapas anteriores ao ensino médio. Avaliar tais concepções busca a obtenção de respostas quanto a saberes adquiridos dentro do âmbito escolar.

“O que se ensina” e “o que se aprende sempre” sempre estarão envolvidos

em discussões que são embasadas por documentos que oficializam os currículos de aprendizagem em seus respectivos níveis, quanto a tais documentos, podem-se elencar a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDBEN) (BRASIL, 1996), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1999), Orientações Complementares aos PCN (PCN+) (BRASIL, 2002), Orientações Curriculares Nacionais (OCN) (BRASIL, 2006) e Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN) (BRASIL, 2013) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2016). Esse último documento mencionado, a BNCC, em consonância com o novo ensino médio, visa protagonizar os estudantes, sob o viés da interdisciplinaridade, junto aos conteúdos de Química e Física (Santos, et al. 2022).

### **Bloco 05 – Ciência e Evolução das Espécies**

Esse bloco traz questionamentos que visam mensurar o nível de compreensão dos participantes quanto a temas que envolvem a formação e evolução do Planeta Terra, seus componentes vivos e não vivos. As indagações trazidas por essa etapa abordam teorias que permeiam conteúdos, comumente vistos em ambiente escolar, dentro da área das Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, sob uma perspectiva mais conceitual e um pouco menos reflexiva.

Tal investigação é necessária pois os estudos que envolvem a evolução das espécies e do Universo são consonantes à evolução da própria Ciência. Um indivíduo que compreende não apenas a teoria, mas tudo o que está em volta do pensamento divulgado (momento histórico, tecnologia disponível para realizar investigações, tipo de organização política e social vivida, entre outros) é capaz de entender que o conhecimento científico não é estático, podendo também contribuir para o aprimoramento de tais saberes. Nesse sentido, através do estudo dessa área é possível entender como vivem as formas de vida encontradas na Terra e os processos que elas sofreram durante o tempo, fornecendo, assim, a história da vida no planeta (MARTINS, 2005).

Os gráficos da Figura 14, a seguir, apresentam algumas questões que obtiveram maior percentual de acertos do que erros nesta etapa do TACB:

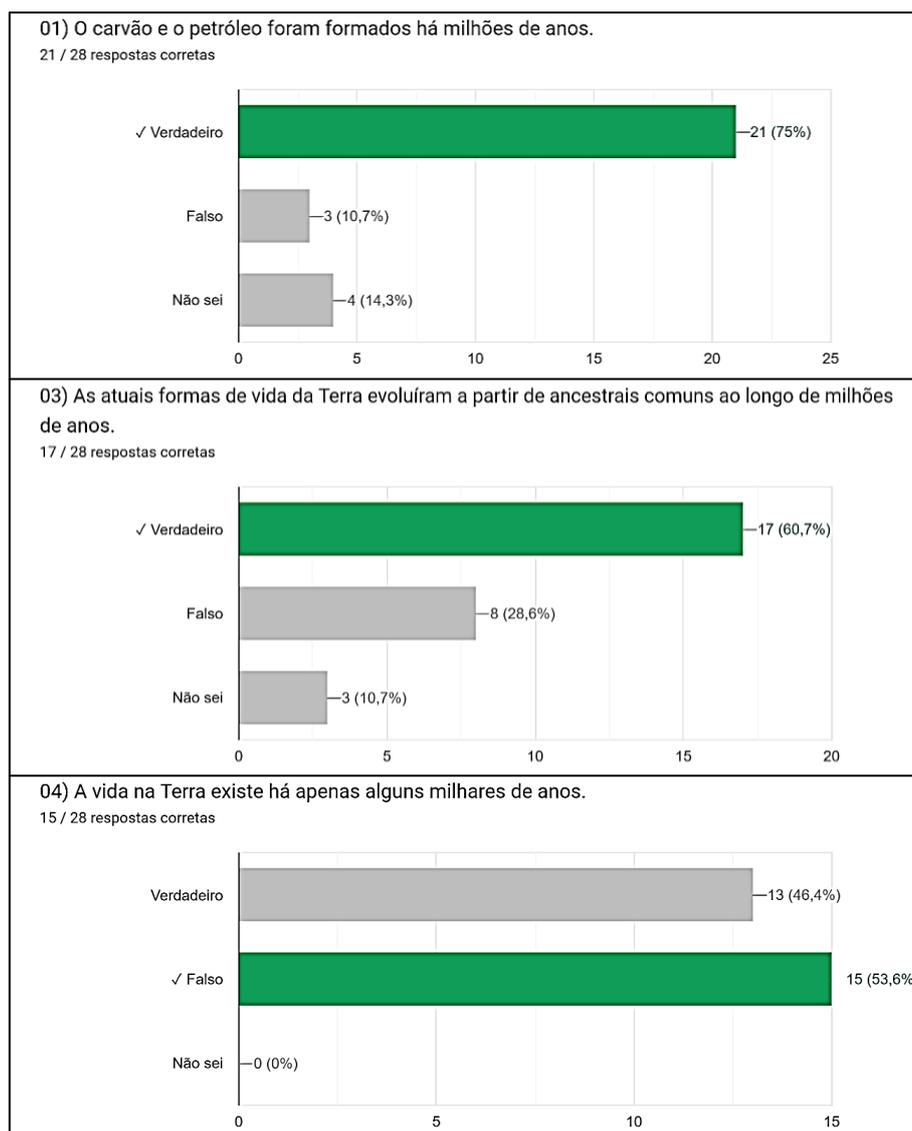


Figura 11 – Bloco 05: Algumas das questões com maior percentual de acertos  
(Obs.: O gráfico verde indica a resposta correta.)

Fonte: Dados da pesquisa

Tanto o carvão, quanto o petróleo se formaram há milhões de anos e se originaram de matéria orgânica morta que foi submetida à pressão e ao calor ao longo de períodos extensos. O carvão a partir de plantas terrestres que viveram há cerca de 300 a 400 milhões de anos, já o petróleo originou-se principalmente de micro-organismos marinhos, como o plâncton, que viveram há milhões de anos, especialmente durante o período Cretáceo. Quando esses organismos morreram, eles se acumularam no fundo dos oceanos e foram cobertos por sedimentos (CARVALHO, 2009). A noção de que estes combustíveis fósseis são

formados a partir de matéria orgânica é algo que se espera de um cidadão alfabetizado cientificamente. Fato evidenciado pela maioria dos participantes nessa questão.

Outro ponto importante abordado nesse bloco é a evolução das espécies. Ao responder à questão 03, a maior parte dos participantes também compreendem que as atuais formas de vida na Terra evoluíram a partir de ancestrais comuns ao longo de milhões de anos. A teoria da evolução biológica postula que todas as formas de vida compartilham um ancestral comum e que as espécies mudam gradualmente ao longo do tempo através do processo de seleção natural.

A evidência para a teoria da evolução biológica é vasta e inclui fósseis, estudos de anatomia comparada, semelhanças genéticas entre espécies e observações de processos evolutivos em ação. Essa teoria é amplamente aceita pela comunidade científica e é considerada o fundamento da biologia moderna (OLIVEIRA, 2015), portanto, é imprescindível que um indivíduo letrado cientificamente tenha certo conhecimento e alguma percepção dessa teoria.

O que chama a atenção na imagem anterior é a falta de atenção dos participantes em relação à quarta questão, uma vez que, anteriormente, as questões 01 e 03 mencionam o surgimento da vida há milhões de anos e ainda assim, não conseguiram compreender, pelo menos boa parte desses estudantes (46,4%), e assinalaram a questão 04 erroneamente, não conseguindo distinguir “milhares de anos” de “milhões de anos”.

A figura 15, a seguir, apresenta questões empatadas quanto ao número de acertos e erros. Nessa ilustração são apresentados os dados referentes a uma questão que aborda o evolucionismo e outra que faz menção à formação da atmosfera terrestre estabelecendo uma relação com a poluição do ar que provoca uma aceleração na produção e concentração de dióxido de carbono da atmosfera.

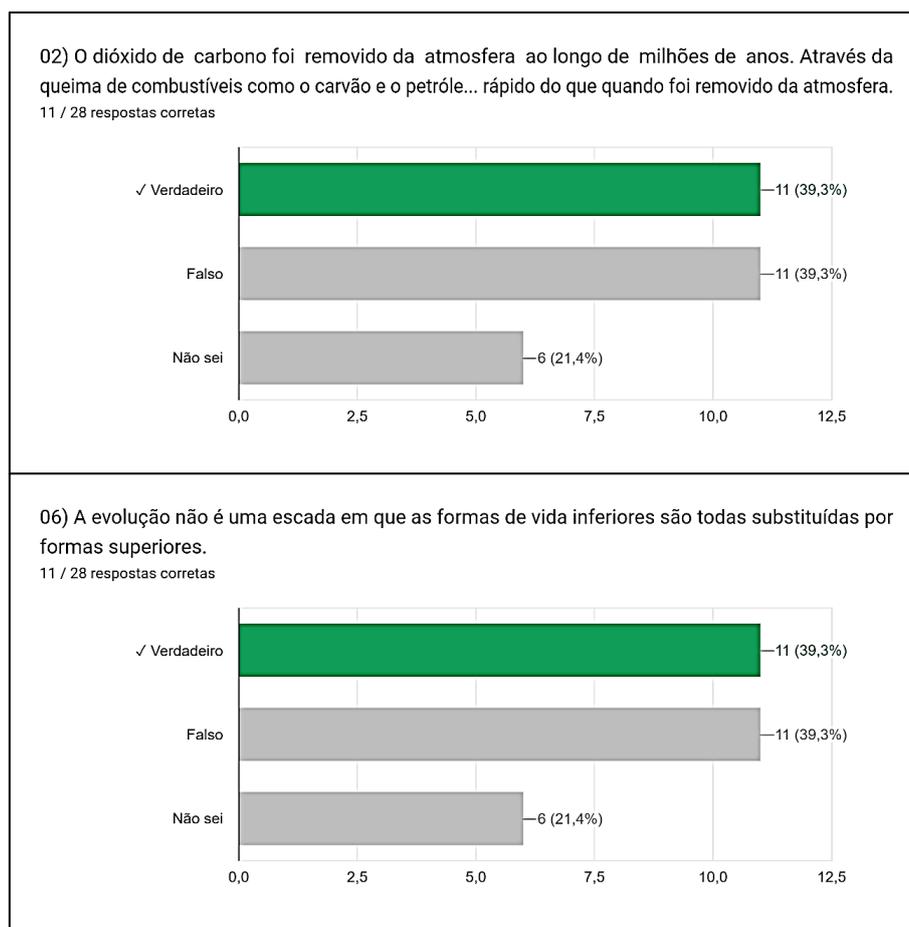


Figura 12 – Bloco 06: Questões com mesmo número de erros e acertos (Obs.: O gráfico verde indica a resposta correta.)

Fonte: Dados da pesquisa

Ao analisar os resultados das questões 02 e 04, nota-se que tais requerem certo nível de criticidade. No caso dessas questões, percebe-se que não é dada atenção devida, ou não se tem o devido conhecimento para julgar tais proposições. É necessário algum tipo de reflexão em ambas as questões para se obter uma resposta. Não seria apenas os percentuais a coincidência trazida pela figura 15.

### Bloco 06 – Ciência e Tecnologia

Os questionamentos, maioritariamente reflexivos, atribuídos a este bloco têm como fim avaliar a compreensão dos alunos acerca de como a Tecnologia tem contribuído para o desenvolvimento da Ciência, bem como se é possível inovar e aprimorar as tecnologias existentes por meio do conhecimento cientí-

fico. Tais indagações são importantes para que se tenha uma noção da percepção de um(a) estudante que os conhecimentos adquiridos ao longo da sua vida escolar podem auxiliar a entender os fins para onde determinada ferramenta tecnológica se aplica, entender possíveis riscos para a vida humana e formas de dirimir impactos às várias formas de vida e ao planeta (STRIEDER, 2012).

A maioria das questões obtiveram um grande percentual de acertos. A figura 16 apresenta algumas dessas questões:

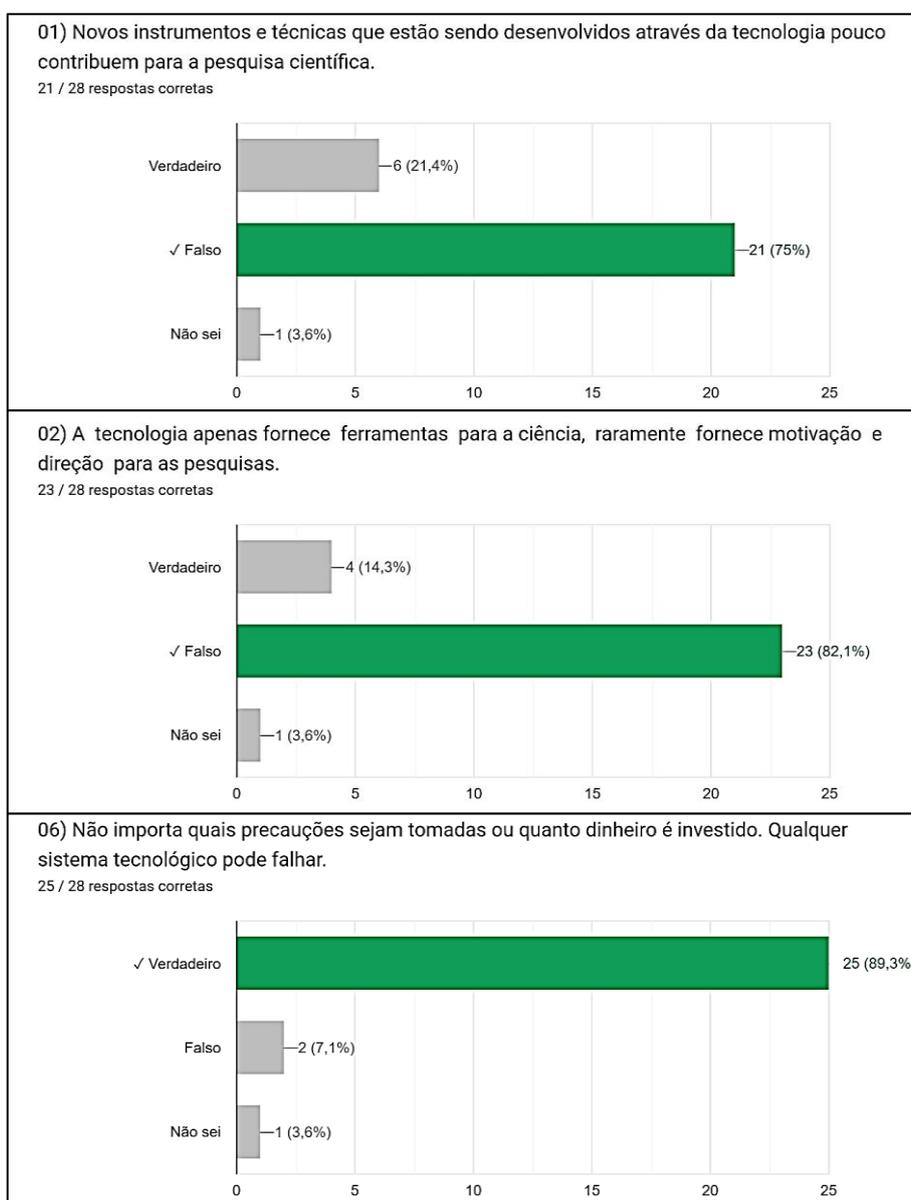


Figura 13 – Bloco 06: Questões sobre tecnologia (Obs.: O gráfico verde indica a resposta correta.)

Fontes: Dados da pesquisa

Com relação ao emprego das tecnologias, os participantes apresentaram noções significativas. Importante perceber por parte dos estudantes que nenhum sistema é completamente infalível, até mesmo os sistemas mais avançados e bem projetados estão sujeitos a falhas em algum momento. Ainda assim, a tecnologia desempenha um papel fundamental no avanço da pesquisa científica. Ela contribui de várias maneiras para melhorar a eficiência, a precisão e a capacidade dos cientistas em conduzir investigações e obter novos conhecimentos (CACHAPUZ *et al.*, 2005).

### Bloco 07 – Conhecimentos de Química e Física

Os conhecimentos relacionados à Química e Física, no âmbito escolar, se dá de forma mais aprofundada durante o Ensino Médio, contudo, ao estudar os conteúdos presentes na disciplina de Ciências durante o Ensino Fundamental, espera-se que conceitos relacionados a esses componentes curriculares sejam previamente vistos, ainda que de forma rasa.

De forma semelhante aos objetivos do bloco 04, as questões expressas nessa parte buscam averiguar concepções relacionadas a dois componentes curriculares importantes para a área das CNT's. A Figura 17 a seguir apresenta a questão que obteve o maior percentual de erros:

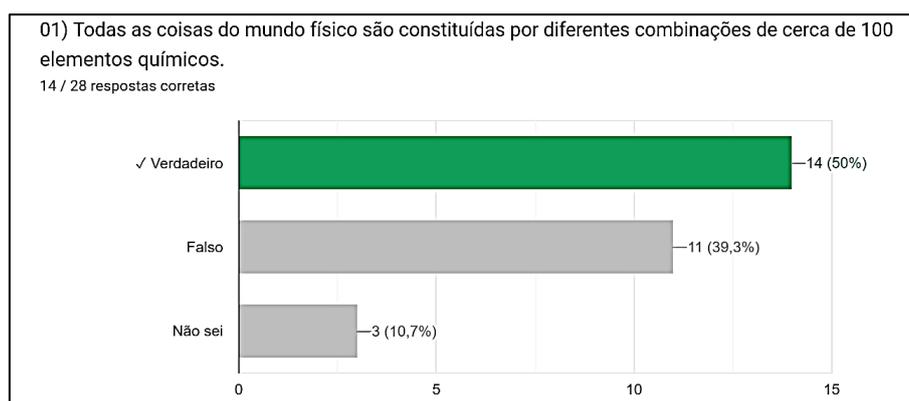


Figura 14 – Bloco 07: Questão com o maior percentual de erros (Obs.: O gráfico verde indica a resposta correta.)

Fonte: Dados da pesquisa

Todas as coisas que existem no mundo físico, incluindo os seres vivos, são constituídas por diferentes combinações dos cerca de 100 elementos químicos conhecidos. Esses elementos incluem hidrogênio, oxigênio, carbono, nitrogênio, ferro, cálcio, entre outros. Os elementos químicos se combinam entre si para formar compostos químicos e substâncias mais complexas, que constituem a matéria ao nosso redor. Além disso, existem compostos químicos formados por combinações de elementos, moléculas orgânicas e inorgânicas, bem como várias substâncias e materiais complexos que não podem ser reduzidos a elementos individuais ou combinações simples deles (PEDUZZI, 2015).

Os conceitos aos quais a questão apresentada na figura 17 se remetem são de conteúdos trabalhados com os alunos do Ensino Médio, mais especificamente no 1º ano desta etapa (onde são apresentados os conceitos referentes à estrutura atômica, transformações da matéria e à classificação periódica dos elementos químicos, por exemplo) de maneira mais aprofundadas em Química e em Física. Vale ressaltar a quantidade de acertos dessa questão que foi maior que o de erros, algo importante para este bloco, pois essa foi a questão que os participantes mais erraram.

No TACB, todas as questões apresentam três alternativas para que o estudante responda: “Verdadeiro”; “Falso” e; “Não sei”. Especificamente neste bloco, a quinta questão obteve o maior percentual de participantes que não souberam responder o questionamento proposto, como mostra a figura 18 a seguir:

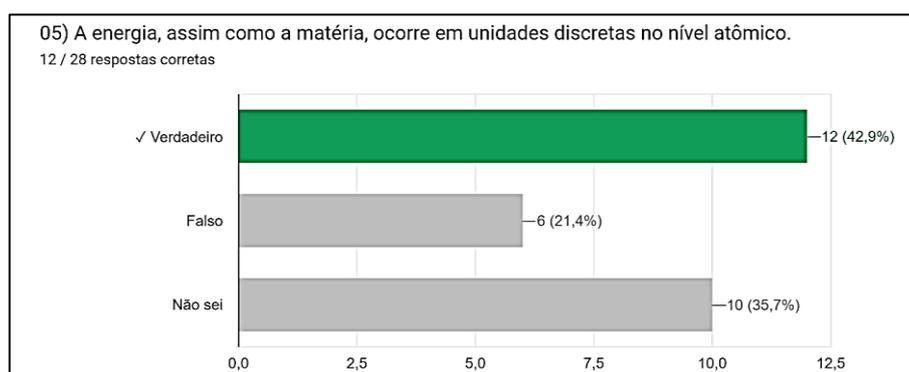


Figura 15 – Bloco 07: Questão com maior percentual de alunos que não souberam responder. (Obs.: O gráfico verde indica a resposta correta.)

Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com a física quântica, a energia também ocorre em unidades discretas no nível atômico, podendo ser quantizada, ou seja, pode ser transferida

e armazenada em pacotes chamados de "quanta" ou "fótons", quantidades indivisíveis e não podem assumir valores arbitrários. Um exemplo é a luz, que têm uma quantidade discreta de energia relacionada à sua frequência. Quanto maior a frequência da luz, maior a energia dos fótons (PEDUZZI, 2015).

Da mesma forma, em níveis atômicos e subatômicos, a energia é transferida e trocada em pacotes discretos. Por exemplo, os elétrons em um átomo têm níveis de energia quantizados que podem absorver ou emitir fótons específicos quando saltam entre esses níveis energéticos (PEDUZZI, 2015). Portanto, assim como a matéria, a energia também pode ser quantizada.

Ao serem questionados, em diálogo após a exibição dos resultados, alguns participantes que marcaram "não sei" afirmaram que não se recordavam de qualquer momento ou situação em que algum tema chegou a ser abordado em sala de aula, ou se foi discutida qualquer relação semelhante a abordada nessa questão em outro local. Outros dois informaram que já ouviram falar sobre fótons, mas não souberam informar se foi em uma aula de química ou de física.

O TACB sugere que um indivíduo letrado cientificamente deve ter conhecimento sobre a quantização da energia. Na medida em que uma pessoa se aprofunda nos estudos científicos, especialmente na área da física, é esperado que ela tenha conhecimento sobre os princípios fundamentais da física quântica, incluindo a quantização da energia (LAUGKSH; SPARGO, 1996).

No geral, espera-se que um indivíduo letrado cientificamente tenha uma compreensão básica dos princípios fundamentais da física, incluindo a quantização da energia na física quântica, mas a extensão do conhecimento específico pode variar de acordo com a área de especialização e interesse da pessoa.

Ao todo, o bloco 07 teve oito questões. Além das duas questões apresentadas e discutidas, os outros seis questionamentos obtiveram um percentual expressivo de acertos, como mostra a figura 19 a seguir:

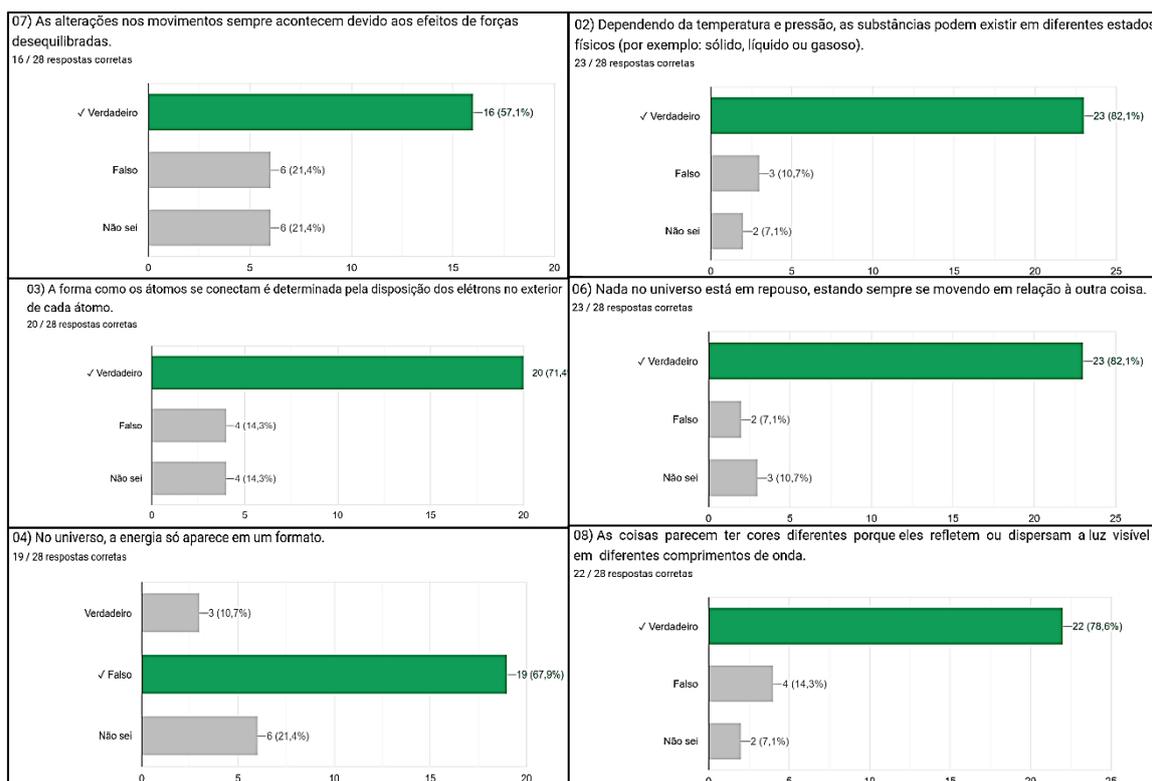


Figura 16 – Bloco 07: Questões com maior percentual de acertos. (Obs.: O gráfico verde indica a resposta correta.)

Fonte: Dados da pesquisa

Outra vez é ressaltada a relevância destes dados, uma vez que os números apresentados trazem a perspectiva de que os alunos obtiveram bom rendimento neste bloco. Algo que deve também ser observado é se existe alguma resposta baseada em conhecimentos tradicionais, senso comum, ou que seja influenciada por algum veículo de informação alheio ao ambiente escolar, levando em consideração que ambos os conhecimentos têm o seu lugar na vida do ser humano (SILVA; COSTA, 2013). Em relato, oralmente, os alunos afirmaram que para esse bloco, os conhecimentos tradicionais não influenciaram em suas reflexões.

Entendendo a alfabetização como uma fase que antecede o letramento científico (BERTOLDI, 2020), espera-se, principalmente dos estudantes de ensino médio, certa familiaridade com termos relacionados às disciplinas de Química e Física, tendo em vista que o tempo e a carga horária destinada para a construção do conhecimento delas. Portanto, esta etapa é relevante pois vai ao encontro das inquietudes dos educadores destes componentes curriculares, ao

se mencionar as dificuldades em mediar saberes em suas respectivas áreas (MELLO, 2000).

### Bloco 08 – Ciência e a Saúde Mental

O oitavo e último bloco de questões do TACB apresentou os seguintes resultados para as duas primeiras questões (Figura 20):

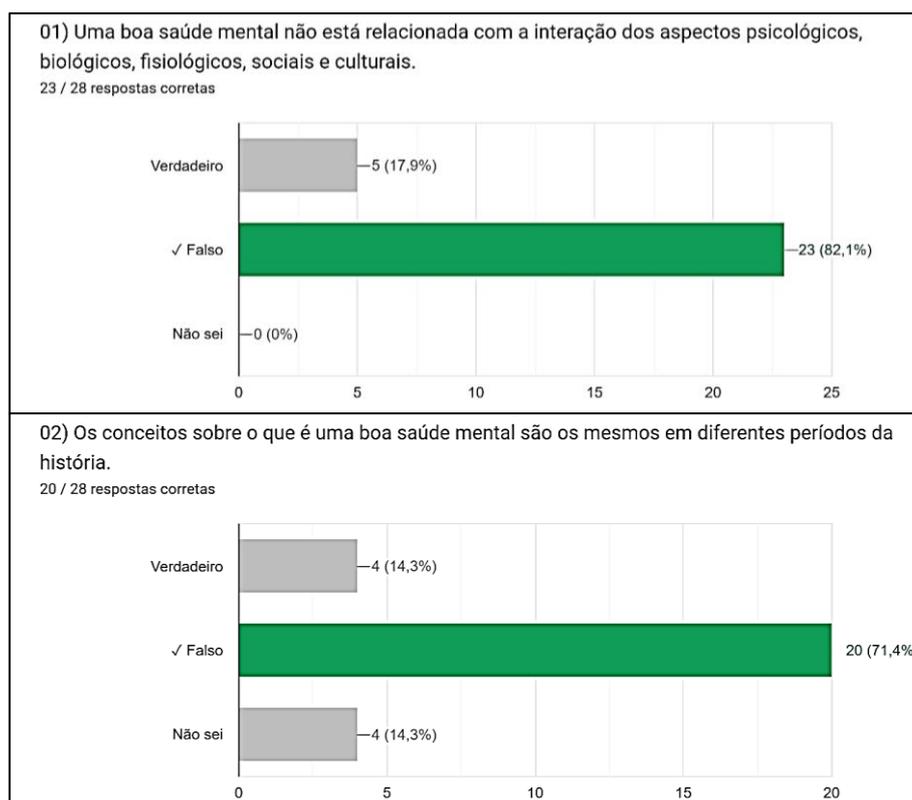


Figura 17 – Bloco 08: Resultados para as questões 01 e 02. (Obs.: O gráfico verde indica a resposta correta.)

Fonte: Dados da pesquisa

A saúde mental é influenciada por diversos aspectos que interagem entre si e podem afetar o bem-estar mental de uma pessoa. Os fatores psicológicos referem-se a processos mentais (emoções, pensamentos, comportamentos e a maneira como a pessoa lida com os desafios da vida). Já os fatores biológicos estão relacionados com a química cerebral, a genética e a saúde do sistema nervoso. Os aspectos fisiológicos (o sono adequado, a nutrição balanceada e a prática regular de atividade física) também desempenham um papel importante

na saúde mental. Já os fatores sociais, (como o suporte social, os relacionamentos interpessoais, o apoio emocional e a inclusão social) também têm um impacto significativo. Por fim, os fatores culturais moldam as crenças, valores e normas sociais que podem influenciar as percepções sobre o bem-estar mental, os padrões de comportamento, as práticas de cuidados de saúde e a busca de apoio (ALMEIDA, 2015).

Além disso, as perspectivas sobre a saúde mental são influenciadas por fatores culturais, sociais, filosóficos e científicos, que mudam ao longo do tempo e variam em diferentes contextos culturais e históricos (ALMEIDA, 2015). Já os conceitos e abordagens atuais para a saúde mental são influenciados por uma combinação de conhecimentos científicos, experiências culturais e evolução das práticas de cuidados. Para alguém com letramento científico alcançado, é importante ter conhecimento sobre a evolução dos conceitos de saúde mental ao longo do tempo, uma vez que a compreensão da saúde mental e do bem-estar humano é uma área de estudo multidisciplinar, que engloba a psicologia, a psiquiatria, a neurociência, a sociologia e outros campos (GRAZIANO, 2005)

A Figura 21 a seguir mostra os resultados para as duas últimas questões:

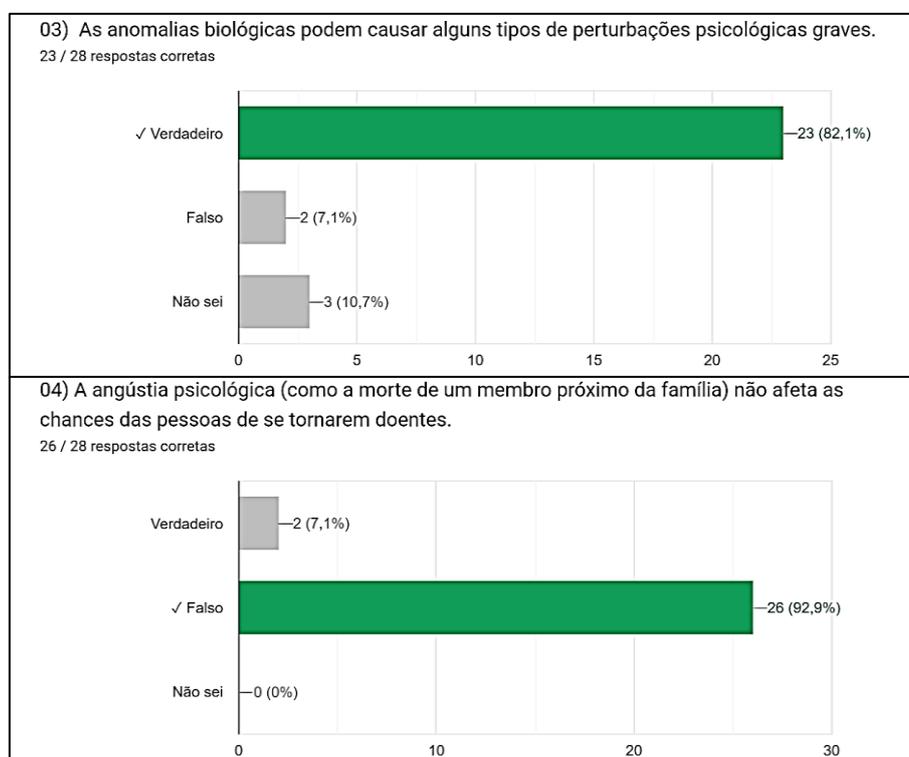


Figura 18 – Bloco 08: Resultados para as questões 03 e 04. (Obs.: O gráfico verde indica a resposta correta.)

Fonte: Dados da pesquisa

A saúde mental não é influenciada apenas por fatores psicológicos e sociais, mas também por fatores biológicos. Desequilíbrios químicos, disfunções neurobiológicas, anormalidades genéticas e outras anomalias biológicas podem afetar o funcionamento cerebral e contribuir para o desenvolvimento de transtornos psicológicos, por exemplo, condições como a esquizofrenia e o transtorno bipolar têm sido associadas a alterações neuroquímicas e anormalidades estruturais no cérebro. Além disso, certas condições médicas, como distúrbios hormonais, doenças neurológicas, lesões cerebrais traumáticas e condições genéticas, podem ter impacto direto na saúde mental e contribuir para perturbações psicológicas. (ALMEIDA, 2018).

Um indivíduo cientificamente letrado pode se beneficiar ao saber a relação entre anomalias biológicas e perturbações psicológicas pois lhe permite uma compreensão mais ampla, uma abordagem mais precisa no diagnóstico e tratamento, também apoia o avanço da pesquisa científica na área da saúde mental.

Quanto a angústia psicológica, abordada na quarta questão, essa pode sim afetar as chances de uma pessoa desenvolver doenças. A relação entre a saúde mental e a saúde física é complexa e multifacetada. Estudos têm mostrado que o estresse psicológico crônico e a angústia emocional podem ter impacto negativo na saúde geral e aumentar o risco de desenvolvimento de diversas doenças. Também fornecem evidências de que o estresse psicológico crônico e a angústia emocional podem influenciar negativamente a saúde física e aumentar o risco de doenças (COHEN *et. al*, 2007; HAMER e MOLLOY, 2009; CHIDA e STEPTOE, 2010).

Ter conhecimento sobre a relação entre o estresse psicológico crônico e a saúde física é relevante para pessoas alfabetizadas cientificamente, pois permite uma compreensão mais completa da saúde integral e pode influenciar positivamente as escolhas de estilo de vida, o autocuidado e a busca de intervenções adequadas para promover o bem-estar geral. Como indivíduos letrados cientificamente, é valioso entender as interações complexas entre o corpo e a mente e como fatores psicológicos podem influenciar a saúde física.

Ao se observar a contemporaneidade de ideias e estudos voltados a determinados temas, tem-se que o Teste de Alfabetização Científica (LAUGKSH; SPARGO, 1996), se enquadra nesse tipo de ferramenta.

Tratar a saúde mental como uma vertente a ser investigada no letramento científico, reforça o papel da ciência para o desenvolvimento integral do indivíduo e, a

escola, como um lugar privilegiado para tal desenvolvimento e para a construção do conhecimento se caracteriza como um excelente espaço para o incremento de atividades no âmbito da promoção da saúde mental (ESTANISLAU; BRESSAN, 2014).

## **4.2 – Análise dos casos investigativos**

Os casos investigativos e a resolução deles permitem que o aluno interaja com a ciência da mesma forma que cientista ou uma pessoa cientificamente letrada faria. A elaboração de um caso deve seguir alguns aspectos para ser considerado um “bom caso” (LIMA, WEBER, 2019).

De acordo com Herried (1998), um bom caso: narra uma história; desperta o interesse pela questão; deve ter uma questão a ser resolvida; deve ser atual; produz empatia com os personagens centrais; inclui citações; é relevante ao leitor; deve ter utilidade pedagógica; força uma decisão; tem generalizações e; é curto. Com isso, pode-se afirmar que os casos utilizados nessa investigação são métodos adequados, uma vez que tais diretrizes foram seguidas.

### **4.2.1 – 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 cien-

tífico (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.

#### **4.2.2 – 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 subs-

tância 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-las?

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.

#### **4.2.3 – 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 22 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 19 – 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 23, 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 esteril.

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

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 os 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, máscara, jaleco).
- Materiais estériles para coleta e processamento do PRP como seringas estériles, filtros estériles e recipientes adequados

Figura 20 – 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 24, a seguir exibe a resolução do caso proposta para o caso 03:

Para fazer a separação dessas misturas, poderíamos usar o método da fusão fracionada, porém, não é um método simples e prático, e é um demorado, pois, para separar os elementos químicos com fusão fracionada, cada elemento deveria atingir o seu ponto de fusão, ou seja, passaria do estado sólido para líquido.

Pensando nisso em um método mais prático, para ajudar o Fernando, vamos utilizar o método de flotação e separação por densidade.

**Método de flotação:** A flotação é usada para separar o cobre do alumínio e do aço. Nesse processo, a mistura é colocada em uma solução aquosa contendo produtos químicos chamados de surfactantes. Esses surfactantes fazem com que as partículas de cobre sejam atraídas para a superfície da solução enquanto as partículas de alumínio e aço afundam. Em seguida, o cobre pode ser removido da superfície da solução.

**Método de separação por densidade:** A separação por densidade é usada para separar o alumínio do aço. Como o alumínio tem uma densidade menor que o aço, é possível fazer a separação usando um processo chamado "separação em meio denso". Nesse processo, a mistura é colocada em um líquido de densidade intermediária entre o alumínio e o aço. O alumínio flutuará na superfície do líquido, enquanto o aço afundará. Em seguida, é possível remover o alumínio da superfície.

Figura 21 – 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 1cm<sup>3</sup> 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 25 a seguir apresenta a solução para o caso 04:

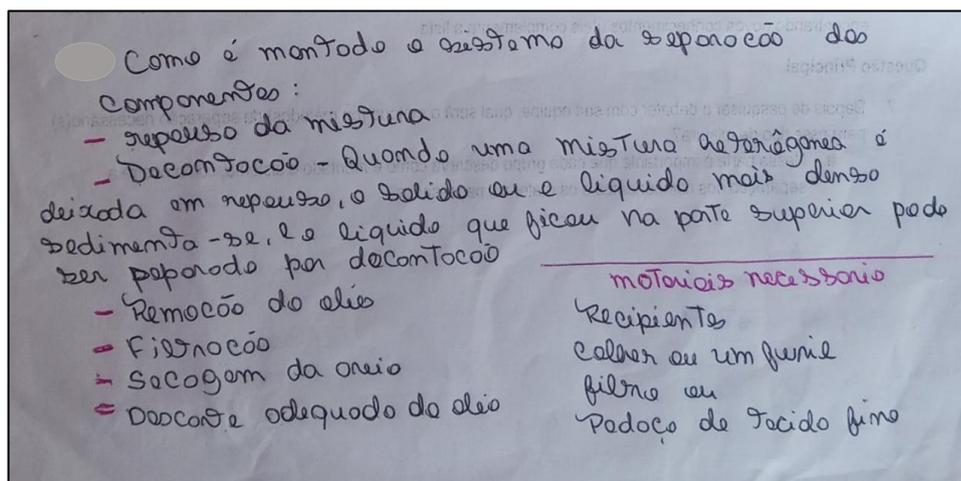


Figura 22 – Resolução do caso 04: “Sobrevivendo em tempos difíceis”.

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 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 26 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 as 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 23 – 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.

#### 4.2.4 – Categorização do nível de letramento científico dos grupos participantes

O quadro 09 a seguir apresenta os resultados do presente estudo:

**Quadro 9** – Categorização dos níveis de letramento científico dos alunos a partir da resolução do estudo de casos.

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

**Quadro 10** – Categorização dos níveis de letramento científico dos alunos a partir da resolução do estudo de casos.

(Conclusão)

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

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.

## 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo principal examinar e categorizar os níveis de letramento científico entre estudantes do ensino médio do Colégio Estadual Arraial d'Ajuda, na cidade de Porto Seguro, Bahia, por meio da aplicação do Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB) e da resolução de casos investigativos sobre métodos de separação de misturas.

Ao adaptar e aplicar o TACB aos estudantes do 3º ano do ensino médio, foi possível determinar e caracterizar os indicadores de alfabetização científica desses alunos. Ao dividir o questionário em blocos, foi possível realizar uma exploração mais detalhada observando carências e potencialidades mais específicas. Além disso, foram criados casos investigativos envolvendo o conhecimento de química na área de separação de misturas, os quais foram aplicados aos estudantes para mensurar os níveis de letramento científico. A categorização dos níveis foi realizada por meio da avaliação de indicadores de letramento científico, os quais também foram empregados em outras pesquisas com objetivos semelhantes.

Os resultados obtidos revelaram a existência de alunos classificados em diferentes níveis de alfabetização científica, como "Em Nível Crítico", "A Construir", "Em Construção" e "Construída". Quanto aos níveis de letramento científico identificados para os alunos, com base nos indicadores levantados e apontados nesta pesquisa, foram categorizados como "nominal", "funcional", "estrutural" e "multidimensional". Esses resultados contribuem significativamente para a compreensão do letramento científico dos estudantes investigados e fornecem informações importantes para o campo educacional. A identificação dos diferentes níveis de alfabetização científica e letramento científico permite o desenvolvimento de estratégias e abordagens pedagógicas mais adequadas, direcionadas ao aprimoramento do ensino e aprendizagem das ciências, em especial, da química.

No entanto, é importante ressaltar que este estudo apresenta algumas limitações, como o tamanho da amostra e o contexto específico em que a pesquisa foi conduzida. Essas limitações podem afetar a generalização dos resultados para outras populações estudantis e sugerem a necessidade de estudos adicionais para aprofundar a compreensão do letramento científico em diferentes contextos educacionais.

Diante disso, recomenda-se que pesquisas futuras explorem outras dimensões do letramento científico e investiguem a eficácia de intervenções pedagógicas específicas para promover o desenvolvimento dessas habilidades. Além disso, é essencial considerar a aplicação desses estudos em outras escolas e regiões, a fim de obter uma visão mais abrangente e representativa do letramento científico dos estudantes no contexto nacional.

No âmbito prático, os resultados deste estudo podem subsidiar a formulação de políticas educacionais voltadas para o fortalecimento do ensino de ciências, oferecendo subsídios para a melhoria dos programas curriculares e a implementação de estratégias pedagógicas mais eficazes. Ao entender os diferentes níveis de alfabetização científica e letramento científico dos alunos, os educadores poderão adaptar suas práticas de ensino e desenvolver atividades mais adequadas ao nível de compreensão e habilidades dos estudantes.

Por fim, espera-se que este estudo contribua para a ampliação do conhecimento sobre o letramento científico e seus diferentes níveis, fornecendo informações relevantes para aprimorar a educação científica e promover o engajamento dos estudantes nas áreas de ciências, uma vez que a busca contínua pelo aperfeiçoamento do letramento científico é fundamental para formar cidadãos críticos, capazes de compreender e participar ativamente do mundo científico e tecnológico em constante evolução.

## 6 – REFERÊNCIAS

AHLERT, E.; WILDNER, M.; PADILHA, T. (Org). **Anais do II Seminário de Educação Profissional: Metodologias Ativas na Educação Profissional**. De 11 e 12 de maio de 2017, Lajeado, RS: Ed. Univates, 2017.

ALMEIDA, J. **A saúde mental global, a depressão, a ansiedade e os comportamentos de risco nos estudantes do ensino superior: estudo de prevalência e correlação**. Lisboa, 2015. Tese (Doutorado) – Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências Médicas.

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.

BERBEL, N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BERTOLDI, A. Alfabetização científica versus letramento científico: um problema de denominação ou uma diferença conceitual?. **Revista Brasileira de Educação**, v. 25, p. 25 – 36, 2020.

BRANCO, A.; BRANCO E.; IWASSE, L.; NAGASHIMA, L. Alfabetização e letramento científico na BNCC e os desafios para: Uma educação científica e tecnológica. **Revista Valore**, n. 3 (Edição Especial). p. 702-713. Volta Redonda, 2018.

BRASIL (País). Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica** – Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. 542p.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.136p.

CACHAPUZ, A; GIL-PEREZ, D; CARVALHO, A; PRAIA, J; VILCHES, A. **Necessária renovação do ensino das ciências** / António Cachapuz...[et al.], (organizadores). — São Paulo: Cortez, 2005.

CAMARGO, F.; DAROS, T. Estratégia 41: Team-based learning. **A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo**. Porto alegre: Penso, 2018. p. 112-116.

CARVALHO, J. **O declínio da era do petróleo e a transição da matriz energética brasileira para um modelo sustentável**. Tese (Doutorado) - Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. doi:10.11606/T.86.2009.tde-10062011-163905. Acesso em: 2023-06-05

CASTRO, C. **A prática da pesquisa**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978. 156p.

CHIDA, Y; STEPTOE, A. Greater cardiovascular responses to laboratory mental stress are associated with poor subsequent cardiovascular risk status: A meta-analysis of prospective evidence. **Hypertension**, v. 55, n. 4, p. 1026-1032, 2010.

COHEN, S; JANICKI-DEVERTS, D; MILLER, G. **Psychological stress and disease**. JAMA, v. 298, n.14, p. 1685-1687, 2007.

CRUZ, G.B. 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. Disponível em: <<<https://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09>>>. Acesso em: 07 set. 2020.

CUNHA, B; AUGUSTIN, S. **Sustentabilidade ambiental**: estudos jurídicos e sociais. Org. Belinda Pereira da Cunha, Sérgio Augustin. - Dados Eletrônicos Caxias do Sul, RS : Educs, 2014.

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.

DIAS, E. Ciência e ética em Popper: a ética da responsabilidade dos cientistas. **Trans/Form/Ação**[online], vol. 44, no. 3, pp. 81-100, 2021.

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.

ESTANISLAU, G.M; BRESSAN, R. A. *org.* **Saúde mental na escola: o que os educadores devem saber**. Porto Alegre: Artmed; 2014.

FARIAS, C. Quais são e como funcionam as metodologias ativas mais publicadas no período de 2010 a 2020. **Revista Conexão na Amazônia**, v. 2, p. 221-236. *Edição especial VI Conc&t*, 2021.

FERREIRA, H.; CASSIOLATO, M.; GONZALEZ, R. **Uma experiência de desenvolvimento metodológico para avaliação de programas: o modelo lógico do programa segundo tempo**. Texto para discussão 1369. Brasília: IPEA, 2009.

FERREIRA, M; BARBIERI, J; ALMEIDA, J; WINCKLER, C. Introdução e condução dos métodos mistos de pesquisa em educação física. **Pensar a Prática**, v. 23, 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

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.

GAMA, R. Metodologias para o ensino de química: o tradicionalismo do ensino disciplinador e a necessidade de implementação de metodologias ativas. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 2, 2021.

GATTI, B. Estudos quantitativos em educação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.30, n.1, p. 11-30, jan./abr. 2004.

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.

GOMIDES, J.E. A definição do problema de pesquisa a chave para o sucesso do projeto de pesquisa. **Revista do Centro de Ensino Superior de Catalão**, ano IV, n. 6, 2002.

GRAZIANO, L. **A felicidade revisitada: um estudo sobre bem-estar subjetivo na visão da psicologia positiva**. Tese (Doutorado). Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

HAMER, M; Molloy, G. Psychological distress and cancer mortality. **Journal of Psychosomatic**, v. 66, n. 3, p. 255-258, 2009.

HOLBROOK, J.; RANNIKMAE, M. The meaning of scientific literacy. **International Journal of Environmental & Science Education**, v. 4 n. 3, p. 275-288, 2009.

INEP. **Letramento científico**. Disponível em:

<<[http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/2010/letramento\\_cientifico.pdf](http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/2010/letramento_cientifico.pdf)>>. Acesso em 09 set 2020.

\_\_\_\_\_. **PISA 2015: Matriz de Avaliação de Ciências**. PISA 2015 Science Framework (2013). Disponível em:

<<[http://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/marcos\\_referenciais/2015/matriz\\_de\\_ciencias\\_PISA\\_2015.pdf](http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/marcos_referenciais/2015/matriz_de_ciencias_PISA_2015.pdf)>>. Acesso em 08 set 2020.

\_\_\_\_\_. **Relatório PISA 2018**. Disponível em:

[http://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio\\_PISA\\_2018\\_preliminar.pdf](http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio_PISA_2018_preliminar.pdf)

KLEIMAN, A. B. **Preciso “ensinar” o letramento?: Não basta ensinar a ler e a escrever?.** Cefiel/ IEL/Unicamp, 2005.

KÖCHE, J. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa** / José Carlos Köche. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

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. **Scientific literacy: a conceptual overview**. Science Education, Hoboken (Estados Unidos): John Wiley & Sons, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000. Disponível em:[https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1%3C71::AID-SCE6%3E3.0.CO;2-C](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1%3C71::AID-SCE6%3E3.0.CO;2-C). Acesso em: 31 out. 2020.

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.

LÜDKE, M. & ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo, EPU, 1986

MARCHESAN, M; KUHN. Alfabetização científica e tecnológica na formação do cidadão. **Revista Thema**, v. 13, n. 3, p. 118-129, 2016.

MARCONI, M; LAKATOS, E. **Técnicas de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

\_\_\_\_\_. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, L. História da ciência: objetos, métodos e problemas. **Revista Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.

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.

MELLO, G. N. D. **Formação inicial de professores para a educação básica: uma (re)visão radical**. São Paulo em Perspectiva, v. 14, n. São Paulo Perspec., 2000 14(1), p. 98–110, jan. 2000.

MILLER. J. Scientific Literacy: **A conceptual and empirical review**. *Daedalus*, 112, p. 29-48, 1983.

\_\_\_\_\_. The measurement of civic scientific literacy. **In Public understanding of Science**, vol 7, p. 203-223. Reino Unido, 1998.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). **Cartilha do Novo Ensino Médio** – Brasília, 2017: Disponível em: <<<http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/novo-ensino-medio>>>. Acesso em 21 mai 2023

MIRANDA, E; FREITAS, D de. A compreensão dos professores sobre as interações CTS evidenciadas pelo questionário VOSTS e entrevista. Alexandria: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n. 3, p. 79-99, nov. 2008.

MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. In **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. Coleção Mídias Contemporâneas, 2015. Disponível em: <<[http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2013/12/mudando\\_moran.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf)>>

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.

MORAIS, C. **Processos físicos de separação dos componentes de uma mistura**. Covilhã, Portugal, 2012. Dissertação (Mestrado). Universidade da Beira Interior.

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.

NASCIMENTO-SCHULZE, C. M. Um estudo sobre Alfabetização Científica com jovens catarinenses. **Psicologia: teoria e prática**, v. 8, n. 1, p. 95-117, 2006.

OLIVEIRA, J. Estudo de caso no ensino de química. Pesquisa em Educação em Ciências. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 2, p. 279–280, Belo Horizonte, maio 2010.

OLIVEIRA, T. **Uma pesquisa didático-epistemológica na formação inicial em ciências biológicas: como a evolução forjou a grande quantidade de criaturas que habitam o nosso planeta?**. 2015. 209 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências, 2015.

PEDUZZI, L. **Do átomo grego ao átomo de Bohr**. Publicação interna. Florianópolis: Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015 (revisado em julho de 2019). 205 p. Disponível em: <<[evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br](http://evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br)>>

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 em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. 306 p.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A. Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético. **Revista CTS**, v. 2, n. 6, p. 173-194, 2005.

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

SAMPIERI, R. **Metodologia de pesquisa** (Org) Roberto Hernandez Sampieri, Carlos Fernández Collado, María del Pilar Baptista Lucio: tradução: Daisy Vaz de Moraes; revisão técnica: Ana Gracinda Queluz Garcia, Dirceu da Silva, Marcos Júlio - S. ed. Dados eletrônicos. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, G. L. **Ciência, tecnologia e formação de professores para o ensino fundamental**. Brasília: Universidade de Brasília, 2005. 180 p.

SANTOS, T. B. dos; SANTOS, F. L. S.; QUEIROZ, M. S.; SANTOS, N. S. dos. Reflexão sobre a influência da BNCC nos conteúdos de biologia. **Brazilian Journal of Development**, [S.l.], v.8, n.2, p.15176–15183, 2022.

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.

\_\_\_\_\_. Letramento em química, educação planetária e inclusão social. **Química Nova**, 12(36), 474-492, 2006

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

SÁ, L.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731, 2007.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P de. **Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica**. Investigações em Ensino de Ciências – V16(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.

SCARINCI, A. L.; PACCA, J. L. DE A.. Um curso de astronomia e as pré-concepções dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. Rev. Bras. Ensino Fís., 2006 28(1), p. 89–99, 2006.

SHEN, B. S. P. Science literacy. *American Scientist*, Durham (Estados Unidos): Sigma Xi – **Scientific Research Society**, v. 63, n. 3, p. 265-268, May/June 1975.

SILVA, M; COSTA, E; COSTA, A. Conhecimento científico e senso comum: uma abordagem teórica. **VII Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade**, São

Cristóvão, p. 01 – 07, set. 2013. ISSN 1982-3657. Disponível em: <<<https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/9718/96/95.pdf>>>.

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/agos. 2020.

SILVA, E. M da; ARAÚJO, D. L de. Letramento: um fenômeno plural. **Revista Brasileira de Linguística Aplicada**, Belo Horizonte, v. 12, n. 4, p. 681-698, 2012.

SOARES, M. **Letramento: um tema em três gêneros**. 2. ed. Belo Horizonte: Ed. Autêntica, 2004. 128 p.

STRIEDER, R. **Abordagens CTS na Educação Científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. 283f. Tese (Doutorado) – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biologia/Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

TOVAR, C. **A percepção da qualidade do ar, da poluição dos córregos e rios, e da influência destas sobre a saúde, pelos residentes da Comunidade Carlos Chagas, no bairro de Manginhos**, RJ. 2016. 61 f. *Dissertação* (Mestrado em Saúde Pública e Meio Ambiente) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2016.

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

VENTURA, M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Revista SoCERJ**, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007.

VIZZOTTO, P.; PINO, J. O uso do teste de alfabetização científica básica no brasil: uma revisão da literatura. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 22, p. e15846, 2020.

VIZZOTTO, P; MACKEDANZ, L. Teste de Alfabetização Científica Básica: Processo de Redução e Validação do Instrumento na Língua Portuguesa. **Revista Prática Docente**, v.3, n. 2, p. 575-594, 2018.



## APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
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

## 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 do mundo.***

*Vocês trabalham no laboratório de análises clínicas da equipe de saúde de um importante clube de futebol árabe, o Al Nassr, que tem o jogador português Cristiano Ronaldo como sua maior estrela.*

*Em um jogo válido pelo campeonato inglês, o atacante se machucou. Por se tratar do jogador mais importante da equipe, 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 melhor jogador do mundo está em suas mãos. De que forma é possível obter o PRP e ajudar o Cristiano Ronaldo e o Al Nassr?**

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 1cm<sup>3</sup>.*

*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.

<b>Título do caso</b>	<b>Grupo</b>
“O Sal Valioso”	6) Alunos com conceito de Alfabetização “Construída”
“A melhor equipe, cuida do melhor do mundo”	7) Alunos com conceito de Alfabetização “Em Construção”
“Um acidente na joalheria”	8) Alunos com conceito de Alfabetização “Não Construída” e “Em construção”
“Sobrevivendo em tempos difíceis”	9) Alunos com conceito de Alfabetização “Em Construção”
“Salvando Aves Marinhas”	10) 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 esteril.

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

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 os 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, máscara, jaleco).
- Materiais estériles para coleta e processamento do PRP como seringas estériles, filtros estériles 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:

Para fazer a separação dessas misturas, poderíamos usar o método da fusão fracionada, porém, não é um método simples e prático, e é um demorado, pois, para separar os elementos químicos com fusão fracionada, cada elemento deveria atingir o seu ponto de fusão, ou seja, passaria do estado sólido para líquido.

Pensando nisso em um método mais prático, para ajudar o Fernando, vamos utilizar o método de flotação e separação por densidade.

**Método de flotação:** A flotação é usada para separar o cobre do alumínio e do aço. Nesse processo, a mistura é colocada em uma solução aquosa contendo produtos químicos chamados de surfactantes. Esses surfactantes fazem com que as partículas de cobre sejam atraídas para a superfície da solução enquanto as partículas de alumínio e aço afundam. Em seguida, o cobre pode ser removido da superfície da solução.

**Método de separação por densidade:** A separação por densidade é usada para separar o alumínio do aço. Como o alumínio tem uma densidade menor que o aço, é possível fazer a separação usando um processo chamado "separação em meio denso". Nesse processo, a mistura é colocada em um líquido de densidade intermediária entre o alumínio e o aço. O alumínio flutuará na superfície do líquido, enquanto o aço afundará. Em seguida, é possível remover o alumínio da superfície.

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 1cm<sup>3</sup> 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:

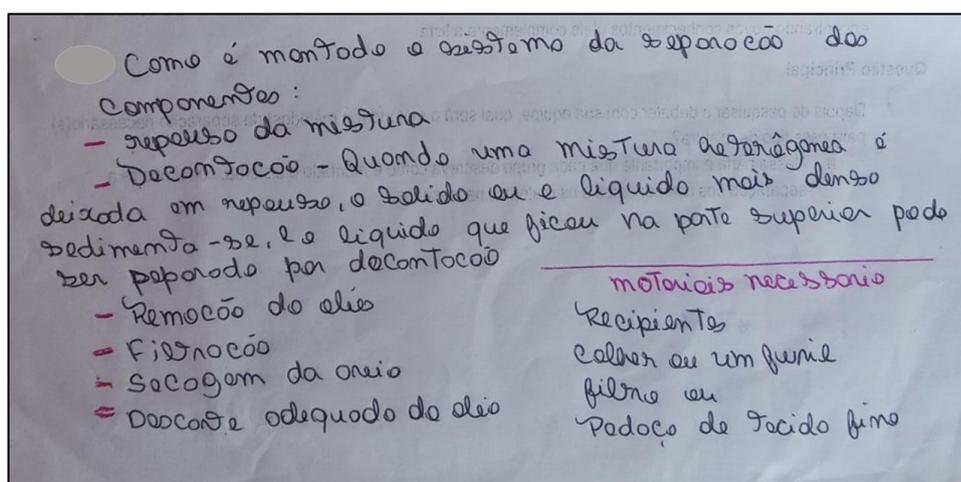


Figura 4 – Resolução do caso 04: “Sobrevivendo em tempos difíceis”.

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 as 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
<b>1) Percepção da ciência e da tecnologia com o seu cotidiano.</b>	<p><b>Nível 1:</b> dificilmente percebe essa relação, mesmo de forma explícita</p> <p><b>Nível 2:</b> consegue perceber essa relação apenas quando explícita</p> <p><b>Nível 3:</b> consegue perceber as relações de forma implícita</p> <p><b>Nível 4:</b> percebe a relação da ciência e tecnologia com o cotidiano nas formas explícitas e implícita, mas não necessariamente busca aprofundamento.</p> <p><b>Nível 5:</b> 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
<b>2) O trabalho com informações científicas.</b>	<p><b>Nível 1:</b> não utiliza informações científicas, apenas o senso comum;</p> <p><b>Nível 2:</b> a utilização de informações necessariamente científicas é pequena, dando prioridade a fatos do senso comum;</p> <p><b>Nível 3:</b> apresenta uma série de dados científicos de forma aleatória, mas sem enxergar relação entre eles, classificada rudimentarmente com conhecimentos científicos básicos;</p> <p><b>Nível 4:</b> as informações aparecem organizadas e hierarquizadas, utilizando algum fator diferente das relações científicas entre elas, como por exemplo: ordem cronológica;</p> <p><b>Nível 5:</b> organiza e hierarquiza cientificamente conhecendo as variáveis envolvidas.</p>
<b>3) Resolução de problemas</b>	<p><b>Nível 1:</b> não consegue propor qualquer solução;</p> <p><b>Nível 2:</b> não consegue propor uma solução baseada em informações científicas; a resolução do problema se dá basicamente por tentativa e erro;</p> <p><b>Nível 3:</b> 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><b>Nível 4:</b> 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><b>Nível 5:</b> 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>
<b>4) Linguagem científica</b>	<p><b>Nível 1:</b> linguagem pouco familiarizada com temáticas do cotidiano e estabelece pouca ou nenhuma conexão com tais temáticas;</p> <p><b>Nível 2:</b> linguagem familiarizada com temáticas do cotidiano;</p> <p><b>Nível 3:</b> domínio básico da linguagem científica;</p> <p><b>Nível 4:</b> possui uma linguagem científica suficiente e adequada para se expressar em diversas situações;</p> <p><b>Nível 5:</b> 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)

<b>Indicador</b>	<b>Níveis</b>
<b>5) Argumentação</b>	<p><b>Nível 1:</b> o argumento é uma informação isolada e não leva a qualquer conclusão;</p> <p><b>Nível 2:</b> afirmação e argumento que cabe, mas sem justificativa, ou seja, o dado pode ou não se transformar em conclusão, com grande dificuldade;</p> <p><b>Nível 3:</b> 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><b>Nível 4:</b> o argumento seria mais sofisticado gerando assim uma afirmação competente com justificativa e qualificadores ou resposta a um refutador;</p> <p><b>Nível 5:</b> 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.

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

**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 – <b>Funcional</b>
	02	Nível 1 – <b>Nominal</b>
	03	Nível 1 – <b>Nominal</b>
	04	Nível 1 – <b>Nominal</b>
	05	Nível 3 – <b>Funcional</b>
5) Argumentação	01	Nível 4 – <b>Estrutural</b>
	02	Nível 1 – <b>Nominal</b>
	03	Nível 2 – <b>Nominal</b>
	04	Nível 3 – <b>Funcional</b>
	05	Nível 4 – <b>Estrutural</b>

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](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

## ANEXO

### TESTE DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA BÁSICA SIMPLIFICADO (ADAPTADO)

Instruções:

- 1- As perguntas estão na forma de afirmações. Por favor, leia cuidadosamente cada frase e assinale se a afirmação é verdadeira (V), falsa (F), ou se você realmente não sabe a resposta, assinale (?).
- 2- Em algumas questões, uma frase escrita em *itálico* aparecerá antes da afirmação que você deverá analisar. Por favor, considere esta frase verdadeira! A afirmação a qual você deve responder se refere à frase que não está em *itálico*.

Por favor, responda todas as afirmações, cuidadosamente.

#### **Bloco 01 – A Terra e o Universo**

1. [ ] A Terra é tão antiga quanto o universo.
2. [ ] A luz da estrela mais próxima ao nosso Sol leva apenas alguns minutos para chegar até nós.
3. [ ] No universo, há muitos outros corpos celestes semelhantes ao Sol.
4. [ ] A maioria do nosso conhecimento sobre o universo advém da observação de fatias muito pequenas do espaço e pequenos intervalos de tempo.
5. [ ] Em comparação com o diâmetro da Terra, uma camada muito espessa de ar envolve o nosso planeta.
6. [ ] Muitos planetas e luas do nosso Sistema Solar parecem ser capazes de suportar a vida como nós a conhecemos.
7. [ ] Existe água em estado líquido, em algumas luas do Sistema Solar.
8. [ ] O eixo da Terra é inclinado. Essa inclinação produz mudanças sazonais no clima da Terra.

#### **Bloco 02 – Conhecimento Científico**

1. [ ] Os cientistas compartilham certas crenças e atitudes sobre o que eles fazem e como eles enxergam o seu trabalho.
2. [ ] A ciência aceita fatos que não ocorrem em padrões consistentes.

3. [ ] A ciência presume que as leis físicas são as mesmas em todos os lugares e tempos do universo.
4. [ ] Há muitos aspectos de nossas vidas que não podem ser examinadas de maneira científica.
5. [ ] Existem passos pré-determinados que os cientistas seguem para chegar, sem falhas, ao conhecimento científico.
6. [ ] Cedo ou tarde, a validade das afirmações científicas é comprovada através da observação de fenômenos.
7. [ ] O processo de propor e testar hipóteses não é uma das principais atividades dos cientistas.
8. [ ] Os cientistas tentam dar sentido aos fenômenos dando explicações para eles. Essas explicações raramente usam princípios científicos atualmente aceitos.
9. [ ] A evidência científica pode ser tendenciosa (ou seja, distorcida) conforme os dados são interpretados, gravados, relatados ou selecionados.
10. [ ] Muito do aprendizado parece ocorrer através da interação de um novo pedaço de informação com um pedaço de informação já existente.
11. [ ] As ideias das pessoas geralmente não influenciam na aprendizagem.

### **Bloco 03 – Ciência e Sociedade**

1. [ ] Os cientistas podem enfatizar diferentes interpretações das evidências de acordo com seu contexto, crenças e valores pessoais.
2. [ ] Ao levar a cabo uma investigação, nenhum cientista deve sentir que ele / ela deve chegar a um determinado resultado.
3. [ ] Apesar de ser uma atividade realizada por muitas pessoas diferentes, a ciência quase nunca reflete os valores e pontos de vista relacionados com a sociedade (por exemplo, pontos de vista sobre mulheres e convicções políticas).
4. [ ] A disseminação da informação científica não é importante para o progresso da ciência.
5. [ ] Os campos científicos como a química e a biologia possuem limites ou fronteiras.

6. [ ] Os órgãos (por exemplo, os diferentes departamentos governamentais) que fornecem dinheiro para pesquisas, influenciam a direção da ciência.
7. [ ] Os cientistas raramente podem trazer respostas definitivas a questões de debate público (por exemplo, energia nuclear ou conservação do meio ambiente).
8. [ ] A taxa de mortalidade dos bebês independe de fatores como saneamento básico, higiene e cuidados médicos.
9. [ ] A boa saúde independe do esforço coletivo das pessoas de tomar medidas para manter seu ar, solo e água preservados.

#### **Bloco 04 – Conhecimentos Biológicos**

1. [ ] Os biólogos classificam os organismos em grupos e subgrupos. Isso é feito de uma forma que não está relacionada com a estrutura e o comportamento dos organismos.
2. [ ] Manter uma grande variedade de espécies na Terra não é importante para os seres humanos.
3. [ ] Ao obter a energia e a matéria necessárias para a vida, os seres humanos são independentes das teias alimentares.
4. [ ] Cada gene é uma sequência específica da molécula de DNA.
5. [ ] Muitas das funções básicas de organismos, tais como a extração de energia a partir de nutrientes, são realizadas ao nível da célula.
6. [ ] A informação genética codificada em moléculas de DNA não desempenha nenhum papel na montagem de moléculas de proteína.
7. [ ] Os processos químicos na célula são controlados de dentro e de fora da célula.
8. [ ] A maioria dos organismos têm muitas células diferentes. A maioria dessas células desempenham apenas as funções básicas, comuns a todas as células.
9. [ ] Em um ecossistema, cada espécie depende, direta ou indiretamente, de outras espécies.
10. [ ] Os ecossistemas sofrem alterações com as mudanças climáticas.
11. [ ] Os ecossistemas sofrem alterações quando diferentes espécies aparecem.

12. [ ] Na maioria dos aspectos biológicos, os seres humanos são diferentes de outros organismos vivos
13. [ ] O controle interno (ou seja, coordenação) é necessário para gerir e coordenar sistemas de órgãos complexos no corpo humano. Os hormônios desempenham um papel importante nesse controle.

### **Bloco 05 – A Evolução das Espécies e da Terra**

1. [ ] O carvão e o petróleo foram formados há milhões de anos.
2. [ ] O dióxido de carbono foi removido da atmosfera ao longo de milhões de anos. Através da queima de combustíveis como o carvão e o petróleo, o dióxido de carbono passou de volta para a atmosfera, a um ritmo muito mais rápido do que quando foi removido da atmosfera.
3. [ ] As atuais formas de vida da Terra evoluíram a partir de ancestrais comuns ao longo de milhões de anos.
4. [ ] A vida na Terra existe há apenas alguns milhares de anos.
5. [ ] A seleção natural costuma resultar em organismos com características bem adaptadas para sobrevivência em ambientes específicos.
6. [ ] A evolução não é uma escada em que as formas de vida inferiores são todas substituídas por formas superiores.
7. [ ] O comportamento resulta da interação entre os fatores genéticos e ambientais.

### **Bloco 06 – Ciência e Tecnologia**

1. [ ] Novos instrumentos e técnicas que estão sendo desenvolvidos através da tecnologia pouco contribuem para a pesquisa científica.
2. [ ] A tecnologia apenas fornece ferramentas para a ciência, raramente fornece motivação e direção para as pesquisas.
3. [ ] Os engenheiros podem projetar soluções para todos os nossos problemas.

4. [ ] Na engenharia, um projeto leva em conta todas as limitações (por exemplo, as leis da física, economia e política). Um ótimo projeto resulta em algum resultado razoável (ou seja, equilíbrio) entre as diferentes restrições.
5. [ ] Os projetos de engenharia precisam ser testados.
6. [ ] Não importa quais precauções sejam tomadas ou quanto dinheiro é investido. Qualquer sistema tecnológico pode falhar.
7. [ ] As forças sociais e econômicas dentro de um país têm pouca influência sobre quais tecnologias serão desenvolvidas dentro desse país.
8. [ ] A tecnologia teve pouca influência sobre a natureza da sociedade humana.
9. [ ] Os fatos técnicos relevantes, por si só, geralmente não resolvem as questões relacionadas à tecnologia (por exemplo, se uma estação de energia nuclear deve ser construída perto de uma cidade) escolhendo um lado, a favor ou contra a decisão.
10. [ ] O efeito gerado pelas decisões de um grande número de indivíduos distintos pode influenciar na utilização de tecnologia em larga escala, tanto quanto a pressão realizada pelos governos.
11. [ ] A tecnologia tem sido de pouca utilidade para superarmos as nossas desvantagens biológicas em nossas rotinas.

### **Bloco 07 – Conhecimentos de Física e de Química**

1. [ ] Todas as coisas do mundo físico são constituídas por diferentes combinações de cerca de 100 elementos químicos.
2. [ ] Dependendo da temperatura e pressão, as substâncias podem existir em diferentes estados físicos (por exemplo: sólido, líquido ou gasoso).
3. [ ] A forma como os átomos se conectam é determinada pela disposição dos elétrons no exterior de cada átomo.
4. [ ] No universo, a energia só aparece em um formato.
5. [ ] A energia, assim como a matéria, ocorre em unidades discretas no nível atômico.

6. [ ] Nada no universo está em repouso, estando sempre se movendo em relação à outra coisa.
7. [ ] As alterações nos movimentos sempre acontecem devido aos efeitos de forças desequilibradas.
8. [ ] As coisas parecem ter cores diferentes porque eles refletem ou dispersam a luz visível em diferentes comprimentos de onda.
9. [ ] As forças magnéticas e elétricas são independentes umas das outras.

### **Bloco 08 – Ciência e a Saúde Mental**

1. [ ] Uma boa saúde mental não está relacionada com a interação dos aspectos psicológicos, biológicos, fisiológicos, sociais e culturais.
2. [ ] Os conceitos sobre o que é uma boa saúde mental são os mesmos em diferentes períodos da história.
3. [ ] As anomalias biológicas podem causar alguns tipos de perturbações psicológicas graves.
4. [ ] A angústia psicológica (como a morte de um membro próximo da família) não afeta as chances das pessoas de se tornarem doentes.

### **GABARITO**

#### **Bloco 01 – A Terra e o Universo**

1. F 2. F 3. V 4. V 5. F 6. F 7. V 8. V

#### **Bloco 02 – Conhecimento Científico**

1. V 2. F 3. V 4. V 5. F 6. V 7. F 8. F 9. V 10. V 11. F

#### **Bloco 03 – Ciência e Sociedade**

1. V 2. V 3. F 4. F 5. F 6. V 7. V 8. F 9. F

#### **Bloco 04 – Conhecimentos Biológicos**

1. F 2. F 3. F 4. V 5. V 6. F 7. V 8. F 9. V 10. V 11. V 12. V  
13. V

**Bloco 05 – A Evolução das Espécies e da Terra**

1. V 2. V 3. V 4. F 5. V 6. V 7. V

**Bloco 06 – Ciência e Tecnologia**

1. F 2. F 3. F 4. V 5. V 6. V 7. F 8. F 9. V 10. V 11. F

**Bloco 07 – Conhecimentos de Física e de Química**

1. V 2. V 3. V 4. F 5. V 6. V 7. V 8. V 9. F

**Bloco 08 – Ciência e a Saúde Mental**

1. F 2. F 3. V 4. F