



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ORGÂNICA E INORGÂNICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

EVERTON DA SILVA PEREIRA

**ESCAPE ROOM COMO FERRAMENTA EDUCATIVA: CONSCIENTIZAÇÃO E
TRATAMENTO DA ÁGUA NO ENSINO DE QUÍMICA**

FORTALEZA

2025

EVERTON DA SILVA PEREIRA

ESCAPE ROOM COMO FERRAMENTA EDUCATIVA: CONSCIENTIZAÇÃO E
TRATAMENTO DA ÁGUA NO ENSINO DE QUÍMICA

Monografia apresentada à coordenação do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora : Dra Wladiana Oliveira Matos

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- P49e Pereira, Everton da Silva.
 Escape Room como ferramenta educativa : conscientização e tratamento da água no ensino de Química /
 Everton da Silva Pereira. – 2025.
 86 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
 Curso de Química, Fortaleza, 2025.
 Orientação: Profa. Dra. Wladiana Oliveira Matos.
1. Escape Room. 2. Ensino de Química. 3. Metodologias ativas. 4. Tratamento da água. 5.
 Conscientização ambiental. I. Título.

CDD 540

EVERTON DA SILVA PEREIRA

ESCAPE ROOM COMO FERRAMENTA EDUCATIVA: CONSCIENTIZAÇÃO E
TRATAMENTO DA ÁGUA NO ENSINO DE QUÍMICA

Monografia apresentada à coordenação do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Química.

Aprovada em: 11/07/2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Wladiana Oliveira Matos (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Nágila Maria Pontes Silva Ricardo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Ma. Aline Cavalcante Mesquita Sobreira
EEMTI João Nogueira Jucá

A Deus.

A minha mãe e a todos que estão na minha
trajetória de vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me concedido o dom da vida, por iluminar cada passo da minha trajetória e por ser meu porto seguro em todos os momentos. Sua presença constante me deu forças para superar desafios e seguir com esperança e determinação ao longo desta jornada.

À minha mãe, Eliete Pereira, por ser minha base, meu exemplo de força e dedicação. Seu amor incondicional e seu cuidado constante transcendem qualquer palavra. Foi ela quem mais me apoiou ao longo da vida, sempre lutando e trabalhando para que eu tivesse acesso a uma educação de qualidade e uma vida plena. Sou profundamente grato por tudo que fez e faz por mim.

Ao meu pai, aos meus irmãos e a toda minha família, que sempre estiveram presentes na minha vida com apoio, carinho e acolhimento. Cada gesto de incentivo e cada palavra de apoio foram fundamentais para que eu pudesse seguir firme na busca pelos meus objetivos.

Ao meu namorado, Gabriel Valente. Sua presença, seu incentivo diário e seu carinho foram essenciais ao longo desse processo. Com dedicação e entusiasmo, foi ele quem preparou todos os brindes para a banca e ainda criou o design, ele é incrível. A melhor escolha da minha vida.

Ao presente que a UFC me deu, Giovanna Monteiro, minha melhor amiga. Ela foi um ponto crucial na minha trajetória universitária, sempre ao meu lado nos momentos importantes da Faculdade. Agradeço por cada momento que compartilhamos sua presença fez tudo ser mais leve.

A todos os amigos que fiz ao longo da faculdade Andressa, Daniel Lopes, Daniel Silva, Fernanda, Juliana e Milena, pelo companheirismo, pelas conversas, pelas risadas e pelas ajudas em tantos momentos. À minha turma, com quem compartilhei experiências, desde os momentos de alegria até os de desespero, sempre aprendendo e crescendo lado a lado.

Agradeço ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e a todos os seus integrantes, que contribuíram de forma significativa para minha formação como futuro docente.

À professora Aline Cavalcante por ter gentilmente disponibilizado seu tempo e espaço para colaborar com meu projeto. Sua disposição e apoio constante foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Sou imensamente grato por sua atenção.

À minha orientadora, professora Wladiana Matos, pela disponibilidade, pelas dicas valiosas e pela excelente orientação ao longo deste trabalho. Agradeço também a todas as membras da banca, professora Wladiana Matos, professora Aline Cavalcante e professora Nágila Pontes pelas contribuições e correção da minha monografia.

À Universidade Federal do Ceará, agradeço pela valiosa contribuição ao meu crescimento acadêmico e por oferecer o espaço necessário para o meu desenvolvimento científico.

“O amor é a única coisa que somos capazes de perceber que transcende o tempo e o espaço.”
(INTERSTELLAR, 2014).

RESUMO

As metodologias ativas têm ganhado destaque no cenário educacional contemporâneo, especialmente no ensino de Química, por promoverem a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem. O uso de Escape Room, como recurso pedagógico gamificado, oferece uma proposta de ensino investigativo e participativo. Diante disso, este trabalho visa a utilização de uma abordagem lúdica, por meio de um Escape Room, como ferramenta educativa para conscientização e tratamento da água no ensino de Química. A pesquisa foi realizada na Escola de Ensino Médio em Tempo Integral João Nogueira Jucá, localizada no bairro Sapiranga, em Fortaleza. O estudo foi aplicado em uma turma do 2º D ano do Ensino Médio, composta por 38 estudantes, com faixa etária entre 15 e 18 anos. A metodologia foi conduzida em etapas sequenciais, envolvendo pré-teste, aula teórica, prática experimental, aplicação do Escape Room educativo. Os alunos, organizados em equipes, enfrentam desafios relacionados ao tratamento da água, uso consciente da água e saneamento básico, utilizando conhecimentos adquiridos ao longo da sequência didática. Posteriormente, um pós-teste e um questionário de sondagem foram aplicados para avaliar a evolução da aprendizagem e o impacto da metodologia, possibilitando uma análise integrada dos dados sob perspectivas qualitativas e quantitativas. Os resultados evidenciaram avanços significativos na compreensão dos alunos sobre temas como saneamento básico, tratamento da água e conscientização ambiental. A comparação entre pré e pós-testes indicou ganhos conceituais e atitudinais, com destaque para o aumento de acertos em tópicos específicos. Os dados da pesquisa indicaram que 82,1% dos participantes concordaram totalmente que o Escape Room tornou o aprendizado mais interativo do que as aulas tradicionais, reforçando seu potencial como estratégia de ensino. Além disso, 82,1% dos alunos afirmaram que recomendariam a atividade para outras turmas, o que indica um alto índice de satisfação. A aplicação do Escape Room, está em concordância com os objetivos pedagógicos, revelando-se eficaz na promoção da aprendizagem ativa, colaborativa e contextualizada, confirmando seu potencial como ferramenta replicável no ensino de Química.

Palavras-chave: Escape Room; Ensino de Química; Metodologias ativas; Tratamento da água; Gamificação; Conscientização ambiental.

ABSTRACT

Active methodologies have been gaining prominence on the contemporary educational scene, especially in chemistry teaching, as they promote the active participation of students in the learning process. The use of Escape Room, as a gamified teaching resource, offers a proposal for investigative and participatory teaching. In view of this, this work aims to use a playful approach, through an Escape Room, as an educational tool for water awareness and treatment in chemistry teaching. The research was carried out at the João Nogueira Jucá Full-Time High School, located in the Sapiroanga neighborhood of Fortaleza. The study was applied to a 2nd year high school class made up of 38 students aged between 15 and 18. The methodology was conducted in sequential stages, involving a pre-test, a theoretical lesson, experimental practice and the application of the educational Escape Room. The students, organized into teams, faced challenges related to water treatment, conscious use of water and basic sanitation, using knowledge acquired throughout the didactic sequence. Subsequently, a post-test and a survey questionnaire were applied to assess the evolution of learning and the impact of the methodology, enabling an integrated analysis of the data from a qualitative and quantitative perspective. The results showed significant progress in the students' understanding of topics such as basic sanitation, water treatment and environmental awareness. The comparison between pre- and post-tests indicated conceptual and attitudinal gains, with an increase in the number of correct answers on specific topics. The survey data indicated that 82.1% of the participants totally agreed that the Escape Room made learning more interactive than traditional classes, reinforcing its potential as a teaching strategy. In addition, 82.1% of the students said they would recommend the activity to other classes, which indicates a high level of satisfaction. The application of the Escape Room is in line with the pedagogical objectives, proving to be effective in promoting active, collaborative and contextualized learning, confirming its potential as a replicable tool in chemistry teaching.

Keywords: Escape Room; Chemistry teaching; Active methodologies; Water treatment; Gamification; Environmental awareness.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Momento da aplicação do pré-teste.....	28
Figura 2	– Aplicação da aula 1.....	29
Figura 3	– Experimento da dureza da água	30
Figura 4	– Precipitado amarelo identificado no laboratório	31
Figura 5	– Precipitado branco identificado no laboratório.....	31
Figura 6	– Exemplo da ilustração do manual de práticas	32
Figura 7	– Materiais do tratamento de água em laboratório	33
Figura 8	– Primeira fase do Escape Room	34
Figura 9	– Segunda fase do Escape Room	35
Figura 10	– Terceira fase do Escape Room	35
Figura 11	– Última fase do Escape Room.....	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Resultado da primeira questão no pré-teste	39
Gráfico 2	– Resultado da primeira questão no pós-teste.....	40
Gráfico 3	– Resultado da segunda questão no pré-teste.....	42
Gráfico 4	– Resultado da segunda questão no pós-teste	43
Gráfico 5	– Resultado da segunda questão do pré-teste referente a atividade 2.....	48
Gráfico 6	– Resultado da segunda questão do pós-teste referente a atividade 2.....	49
Gráfico 7	– Resultado da quarta questão do pré-teste referente a atividade 2.....	51
Gráfico 8	– Resultado da quarta questão do pós-teste referente a atividade 2.....	52
Gráfico 9	– Resultado da primeira questão do pré-teste referente a atividade 3.....	52
Gráfico 10	– Resultado da primeira questão do pós-teste referente a atividade 3.....	53
Gráfico 11	– Resultado da segunda questão do pré-teste referente a atividade 3.....	54
Gráfico 12	– Resultado da segunda questão do pós-teste referente a atividade 3.....	55
Gráfico 13	– Resultado da terceira questão do pré-teste referente a atividade 3.....	56
Gráfico 14	– Resultado da terceira questão do pós-teste referente a atividade 3.....	57
Gráfico 15	– Resultado da quarta questão do pré-teste referente a atividade 3.....	58
Gráfico 16	– Resultado da quarta questão do pós-teste referente a atividade 3.....	59
Gráfico 17	– Resultado da afirmação 1 no questionário de sondagem.....	61
Gráfico 18	– Resultado da afirmação 2 no questionário de sondagem.....	62
Gráfico 19	– Resultado da afirmação 3 no questionário de sondagem.....	62
Gráfico 20	– Resultado da afirmação 4 no questionário de sondagem.....	63
Gráfico 21	– Resultado da afirmação 5 no questionário de sondagem.....	64
Gráfico 22	– Resultado da afirmação 6 no questionário de sondagem.....	64
Gráfico 23	– Resultado da afirmação 7 no questionário de sondagem.....	65
Gráfico 24	– Resultado da afirmação 8 no questionário de sondagem.....	66
Gráfico 25	– Resultado da afirmação 9 no questionário de sondagem.....	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Itens corretos da primeira questão	34
Quadro 2	– Itens corretos da segunda questão	41
Quadro 3	– Exemplos das respostas da quinta questão do pré-teste.....	45
Quadro 4	– Exemplos das respostas da quinta questão do pós-teste.....	46
Quadro 5	– Exemplos das respostas da primeira questão do pré-teste da avaliação 2....	47
Quadro 6	– Exemplos das respostas da primeira questão do pós-teste da avaliação 2....	47
Quadro 7	– Exemplos das respostas da quinta questão do pré-teste da avaliação 3.....	59
Quadro 8	– Exemplos das respostas da quinta questão do pós-teste da avaliação 3.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Categorias criadas por meio da análise de conteúdo de Bardin (1977) em relação à terceira questão do pré-teste	44
Tabela 2 – Categorias criadas por meio da análise de conteúdo de Bardin (1977) em relação à terceira questão do pós-teste	45
Tabela 3 – Respostas da terceira questão do pré-teste da avaliação 2.....	49
Tabela 4 – Respostas da terceira questão do pós-teste da avaliação 2.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
EPC	Estação de Pré-Condicionamento de Esgoto
ETA	Estações de Tratamento de Água
ETE	Estações de Tratamento de Esgoto
MAT	Modelo de Aceitação de Tecnologia
ONU	Organização das Nações Unidas
UFC	Universidade Federal do Ceará

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1	A importância da água	15
2.2	Saneamento básico	16
2.2.1	<i>Esgoto</i>	16
2.2.2	<i>Impactos ambientais do esgoto não tratado.....</i>	17
2.2.2.1	<i>Eutrofização</i>	17
2.2.2.2	<i>Contaminação por patógenos.....</i>	17
2.2.2.3	<i>Redução do oxigênio dissolvido</i>	18
2.2.2.4	<i>Acúmulo de metais tóxicos.....</i>	18
2.2.2.5	<i>Alteração do pH da água</i>	19
2.2.2.6	<i>Formação de gases tóxicos</i>	19
2.2.3	<i>Tratamento de água.....</i>	19
2.2.4	<i>Conscientização.....</i>	20
2.3	Metodologias ativas no ensino de Química.....	20
2.3.1	<i>A Importância dos Conhecimentos Prévios na Aprendizagem Significativa...</i>	21
2.3.2	<i>O uso da experimentação para formação de conhecimentos.....</i>	21
2.3.3	<i>O uso do Escape Room no ensino de Química.....</i>	22
3	OBJETIVOS.....	24
3.1	Objetivo geral.....	24
3.2	Objetivos específicos.....	24
4	METODOLOGIA.....	25
4.1	Local da pesquisa.....	25
4.2	Participantes.....	25
4.3	Classificação da pesquisa.....	25
4.4	Produção do material.....	26
4.5	Instrumento de coleta de dados.....	27
4.6	Sequência didática.....	27
4.6.1	<i>Pré-testes</i>	27

4.6.2	<i>Aula 1</i>	29
4.6.3	<i>Aula 2</i>	30
4.6.4	<i>Aula 3</i>	32
4.6.5	<i>Escape Room</i>	33
4.6.6	<i>Questionário de sondagem e pós-teste</i>	36
4.7	Análise dos resultados	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1	Atividade 1	38
5.2	Atividade 2	46
5.3	Atividade 3	52
5.4	Questionário de sondagem	60
6	CONCLUSÃO	67
	REFERÊNCIAS	68
	APÊNDICE A – MANUAL DE PRÁTICAS	72
	APÊNDICE B – SLIDES	75
	APÊNDICE C – ATIVIDADE 1	78
	APÊNDICE D – ATIVIDADE 2	79
	APÊNDICE E – ATIVIDADE 3	80
	APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO	81

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a vida, desempenhando um papel fundamental não apenas na sobrevivência dos seres vivos, mas também em processos industriais, agrícolas e no equilíbrio dos ecossistemas. No entanto, a crescente contaminação dos recursos hídricos por poluentes, como metais tóxicos, e a falta de acesso ao saneamento básico têm se tornado desafios globais, impactando diretamente a saúde humana e o meio ambiente. Diante desse cenário, a conscientização sobre o uso sustentável da água e a compreensão dos processos de tratamento tornam-se temas urgentes e relevantes. Nesse contexto, a escola tem um papel fundamental ao inserir essas temáticas de forma significativa no currículo, o que nos leva a refletir sobre as estratégias utilizadas no ensino de Química.

Então, um dos desafios é tornar o ensino de Química mais dinâmico e envolvente, especialmente quando se trata de conceitos complexos, que muitas vezes são abordados de forma excessivamente teórica e pouco atrativa. Para enfrentar essa dificuldade, a abordagem ativa pode despertar maior interesse nos estudantes, facilitando a assimilação dos conteúdos e promovendo um aprendizado mais significativo (MITRE, 2008). Com isso, este projeto propõe a utilização do Escape Room como ferramenta pedagógica inovadora, aliando aprendizado, experimentação e gamificação para estimular a participação ativa dos alunos. A proposta será desenvolvida com estudantes do ensino médio e incluirá aulas expositivas, experimentos laboratoriais e um desafio final interativo, permitindo que os participantes revisem e apliquem os conhecimentos adquiridos de forma lúdica.

O presente estudo está situado na região de Sapiranga, uma área carente de Fortaleza onde o acesso ao saneamento básico é precário, impactando diretamente a qualidade de vida da população local. Então, além de contribuir para a formação científica dos alunos, o projeto busca estimular o pensamento crítico e a responsabilidade socioambiental, preparando-os para atuar de forma consciente na preservação dos recursos hídricos. Dessa maneira, a Química se torna não apenas um conteúdo curricular, mas um instrumento para entender e transformar a realidade, promovendo uma educação mais conectada com os desafios do mundo atual.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A importância da água

A água é um recurso essencial para a manutenção da vida e dos ecossistemas, desempenhando um papel central em processos biológicos, químicos e ambientais. Sua estrutura molecular, composta por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio (H_2O), confere propriedades únicas, como a polaridade, densidade, tensão superficial e a capacidade de formar ligações de hidrogênio, que a tornam um solvente universal (ATKINS; JONES, 2018). Essas características são fundamentais para a existência da vida, pois permitem a dissolução de substâncias e a realização de reações químicas em organismos vivos.

No entanto, a disponibilidade de água potável é um desafio global. Segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU, 2023), mais de 2 bilhões de pessoas no mundo não têm acesso a água segura para consumo, e cerca de 3,6 bilhões vivem sem saneamento básico adequado. No Brasil, embora o país detenha cerca de 12% da água doce do planeta, a distribuição desigual e a má gestão dos recursos hídricos resultam em escassez em diversas regiões, especialmente no Nordeste (BRASIL, 2024).

No Ceará, a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) é responsável por levar água tratada a mais de cinco milhões de pessoas em 152 municípios do estado. A cobertura de abastecimento já atinge cerca de 98% dos domicílios e instituições públicas e privadas, chegando a quase 99% em Fortaleza, onde aproximadamente 2,61 milhões de moradores são beneficiados (CAGECE, 2024).

Todo o processo começa com a captação da água, que pode vir de fontes superficiais, como rios e açudes, ou subterrâneas, como poços. Depois, essa água é transportada por adutoras até uma das 160 Estações de Tratamento de Água (ETA) espalhadas pelo Ceará. Nessas unidades, a água passa por um rigoroso processo de purificação, seguindo os padrões definidos pela Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde. Só então é armazenada em reservatórios e distribuída para a população. Na capital, destacam-se as ETA Gavião e Oeste, que abastecem o Sistema Integrado de Fortaleza e também municípios da Região Metropolitana (CAGECE, 2024). A legislação brasileira busca garantir o direito à água potável e ao saneamento básico.

2.2 Saneamento básico

O saneamento básico pode ser definido como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais que garantem o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, além da drenagem e gestão das águas pluviais (BRASIL, 2007). Segundo a Lei nº 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico no Brasil, esse serviço é essencial para a proteção da saúde pública, a preservação ambiental e a melhoria da qualidade de vida da população.

O Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020) estabelece diretrizes para a universalização desses serviços até 2033, com metas claras para a redução de perdas de água e a ampliação do tratamento de esgoto (BRASIL, 2020). Apesar dos avanços, ainda há um longo caminho a percorrer, especialmente em áreas periféricas, onde o acesso à infraestrutura básica é limitado. Além disso, a contaminação da água por esgoto não tratado, resíduos industriais e metais tóxicos, como chumbo (Pb) e mercúrio (Hg), agravam os problemas de saúde pública e ambientais.

2.2.1. Esgoto

O Esgoto pode ser definido como um conjunto de resíduos líquidos provenientes de atividades domésticas, industriais e comerciais, compostos por água de uso sanitário, restos de alimentos, produtos químicos e matéria orgânica, que necessitam de tratamento adequado antes de serem devolvidos ao meio ambiente (BRASIL, 2007).

Atualmente, o estado do Ceará conta com uma cobertura de esgotamento sanitário que alcança 44,8%, beneficiando cerca de 2,69 milhões de pessoas. Para isso, uma extensa rede coletora, com aproximadamente 5 mil quilômetros de tubulação, é responsável por encaminhar os efluentes até as unidades de tratamento (CAGECE, 2024). A infraestrutura inclui uma Estação de Pré-Condicionamento de Esgoto (EPC), responsável pelo processamento inicial dos efluentes antes do tratamento final.

O sistema de coleta opera através de ligações individuais em cada residência, transportando os efluentes por meio de coletores secundários até os coletores-tronco, tubulações de maior diâmetro que conduzem o esgoto até as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). Nestas unidades, os efluentes passam por processos físicos, químicos e biológicos para remoção de poluentes, garantindo que seu lançamento final no meio ambiente

ocorra dentro dos padrões ambientais estabelecidos. (CAGECE, 2024)

2.2.2 Impactos ambientais do esgoto não tratado

A ausência de sistemas adequados de esgotamento sanitário gera impactos ambientais significativos, especialmente em regiões com baixa cobertura, como ainda ocorre em parte no Ceará. O lançamento de esgoto não tratado diretamente em corpos hídricos provoca a contaminação de rios, lagoas e aquíferos, comprometendo a qualidade da água e afetando ecossistemas aquáticos (SPERLING, 2005). Essa poluição orgânica reduz os níveis de oxigênio dissolvido, levando à mortandade de peixes e à proliferação de algas tóxicas.

Além disso, o esgoto a céu aberto contribui para a degradação do solo e a propagação de doenças de veiculação hídrica, como hepatite A, leptospirose e diarreias, que afetam principalmente populações em situação de vulnerabilidade social. Os principais impactos ambientais causados pelo lançamento de esgoto não tratado em corpos hídricos são: eutrofização, contaminação por patógenos, redução do oxigênio dissolvido, acúmulo de metais tóxicos, alteração do pH da água e formação de gases tóxicos.

2.2.2.1. Eutrofização

A eutrofização é um grave processo de desequilíbrio ambiental causado pelo excesso de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, que chegam aos corpos d'água por meio de esgoto não tratado, fertilizantes agrícolas ou resíduos industriais. Esses compostos atuam como alimento para microrganismos aquáticos, desencadeando o crescimento descontrolado de algas e cianobactérias. À medida que essas algas se multiplicam, formam uma densa camada na superfície da água, bloqueando a entrada de luz solar e comprometendo a fotossíntese de plantas subaquáticas (SOUZA; COLDEBELLA; REIDEL, 2011).

Quando as algas morrem, sua decomposição consome grande parte do oxigênio dissolvido na água, criando ambientes aquáticos sem vida, chamados de "zonas mortas". Esse processo reduz drasticamente a biodiversidade, afeta a qualidade da água e pode até mesmo liberar toxinas perigosas para animais e seres humanos.

2.2.2.2. Contaminação por patógenos

A contaminação microbiológica de águas superficiais e subterrâneas representa um dos mais graves riscos à saúde pública, especialmente em regiões com saneamento básico

precário.

O despejo de esgoto não tratado em rios, lagos e aquíferos introduz uma variedade de microrganismos patogênicos, incluindo bactérias, vírus, protozoários e parasitas. A ingestão ou mesmo o simples contato com água contaminada pode resultar em enfermidades graves como cólera, disenteria bacilar, hepatite infecciosa e diversas formas de gastroenterite (SOUZA; COLDEBELLA; REIDEL, 2011).

2.2.2.3. Redução do oxigênio dissolvido

O fenômeno da redução do oxigênio dissolvido em corpos hídricos, configura-se como um grave processo de degradação ambiental. Quando matéria orgânica, particularmente esgoto não tratado, efluentes industriais, são lançados em sistemas aquáticos, serve como substrato para proliferação de bactérias aeróbias decompositoras. Estas, em seu processo metabólico, consomem intensamente o oxigênio dissolvido na água. A concentração de oxigênio dissolvido atinge níveis inferiores a 5 mg/L, inicia-se um processo de asfixia nos organismos aquáticos mais sensíveis. Esse cenário de hipóxia, quando extremo, pode levar à formação de áreas completamente desprovidas de vida aquática (CETESB, 2022).

2.2.2.4 Acúmulo de metais tóxicos

O acúmulo de metais pesados em corpos hídricos representa uma das formas mais persistentes e preocupantes de contaminação ambiental. Os elementos como chumbo (Pb), mercúrio (Hg), cádmio (Cd) e arsênio (As) possuem características físico-químicas que os tornam particularmente perigosos para os ecossistemas aquáticos. Diferentemente dos poluentes orgânicos, esses metais não sofrem decomposição natural, mantendo sua toxicidade inalterada por décadas ou mesmo séculos (ROCHA et al., 2023).

O processo de bioacumulação ocorre quando esses metais, inicialmente dispersos na coluna d'água em baixas concentrações, são absorvidos por organismos aquáticos. Esta contaminação cumulativa representa riscos graves tanto para a biodiversidade aquática quanto para populações humanas que dependem desses ecossistemas. O consumo regular de peixes e crustáceos contaminados pode levar ao acúmulo desses metais no organismo humano, desencadeando problemas neurológicos, renais e até câncer.

2.2.2.5. Alteração do pH da água

A variação do pH em corpos hídricos constitui uma séria ameaça à estabilidade dos ecossistemas aquáticos. O lançamento de esgoto não tratado e efluentes industriais provoca alterações na acidez da água, com efeitos distintos conforme a origem da contaminação. O esgoto doméstico, rico em sabões e detergentes alcalinos, tende a elevar o pH da água, tornando-a mais básica.

Por outro lado, conforme observam os pesquisadores, efluentes industriais, especialmente os provenientes de atividades químicas, aqui mesmo no Ceará, frequentemente acidificam o meio aquático através da liberação de compostos como ácido sulfúrico (FIGUEIRÊDO et al., 2021). Estas alterações de pH possuem consequências diretas e imediatas para a vida aquática.

2.2.2.6. Formação de gases tóxicos

Quando os resíduos orgânicos de esgoto não tratado se acumulam em ambientes aquáticos com baixa concentração de oxigênio dissolvido, ocorre a ativação de bactérias anaeróbias que metabolizam a matéria orgânica através de vias alternativas, produzindo como subproduto diversos gases tóxicos (OLIVEIRA; AZEVEDO; CAVALCANTI, 2021). Dentre estes, destacam-se o sulfeto de hidrogênio (H_2S), reconhecível pelo característico odor de ovo podre, e o metano (CH_4), um potente gás inflamável que apresenta impacto no agravamento do efeito estufa. Esses gases não apenas comprometem a qualidade da água e a vida aquática, como também representam riscos diretos para populações humanas próximas a esses ambientes contaminados.

2.2.3 Tratamento de água

O tratamento de água é um processo essencial para garantir que a água seja segura para consumo humano. Ele envolve várias etapas que removem impurezas, microrganismos e contaminantes. Ele envolve etapas como coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção, que visam remover impurezas, microrganismos e poluentes (SPERLING, 2005).

Segundo estudos, o processo de coagulação consiste na adição de produtos químicos, como o sulfato de alumínio, que promovem a agregação de partículas suspensas na água, facilitando sua remoção nas etapas subsequentes. Já a floculação envolve uma mistura

lenta para a formação de flocos maiores, os quais são sedimentados durante a decantação por ação da gravidade, separando-se da água. Essas etapas são fundamentais no tratamento de água, garantindo a redução da turbidez e a remoção de impurezas em estações de tratamento (DI BERNARDO; DANTAS, 2018).

Na etapa de filtração, a água percola por meio de camadas filtrantes, como areia, carvão ativado e cascalho, removendo partículas menores que não foram eliminadas nas fases anteriores. Por fim, a desinfecção, geralmente realizada com cloro, assegura a eliminação de microrganismos patogênicos, garantindo a potabilidade da água para o consumo (DI BERNARDO; DANTAS, 2018).

2.2.4 Conscientização

A conscientização sobre a importância da água e seu tratamento é fundamental para promover o uso sustentável desse recurso. A educação ambiental, especialmente no ensino de Química, pode contribuir para a formação de cidadãos críticos e responsáveis, capazes de compreender os desafios relacionados à água e atuar de forma proativa na preservação dos recursos hídricos (MALDANER, 2000). Nesse contexto, o projeto propõe uma abordagem interativa e lúdica, utilizando o Escape Room como ferramenta para engajar os alunos e reforçar conceitos relacionados à água e seu tratamento.

2.3 Metodologias ativas no ensino de Química

As metodologias ativas têm ganhado destaque no cenário educacional contemporâneo, especialmente no ensino de Química, por promoverem a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem. Diferentemente do modelo tradicional, em que o professor é o detentor do conhecimento e o aluno assume um papel passivo, as metodologias ativas colocam o estudante no centro do processo, incentivando a construção do conhecimento por meio da investigação, da experimentação e da resolução de problemas (BACICH; MORAN, 2020). Essa abordagem é particularmente relevante no ensino de Ciências, onde a prática e a contextualização são essenciais para a compreensão de conceitos complexos.

No contexto do ensino de Química, as metodologias ativas também contribuem para a superação de dificuldades, como a abstração de conceitos e a falta de interesse dos alunos. A aplicação de metodologias ativas no ensino de Química, incluindo o uso de gamificação, tem sido uma estratégia eficaz para aumentar o engajamento dos estudantes e

facilitar a compreensão de conceitos complexos. A gamificação, por sua vez, consiste na utilização de elementos característicos dos jogos para motivar os indivíduos, transformando atividades, como os desafios educacionais, em experiências mais envolventes (ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011). Muitas das metodologias ativas os alunos precisam de um conhecimento prévio sobre o assunto tratado.

2.3.1 A Importância dos Conhecimentos Prévios na Aprendizagem Significativa

A aprendizagem significativa ocorre quando novas informações se relacionam com conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, os chamados conhecimentos prévios (AUSUBEL, 1968). Esse processo contrasta com a memorização mecânica, pois exige que o aluno estabeleça conexões entre o novo conteúdo e suas experiências anteriores. Para que isso aconteça, o material deve ser potencialmente significativo, ou seja, lógico e organizado, e o discente deve demonstrar disposição em integrá-lo ao seu repertório intelectual. Nesse sentido, a teoria ausubeliana ressalta a importância de diagnosticar e ativar os saberes prévios dos estudantes, a fim de facilitar a ancoragem de novos conhecimentos (MOREIRA; MASINI, 2001).

A aplicação desse pressuposto tem implicações diretas no contexto educacional, especialmente em ambientes com carências estruturais, como a região de Sapiiranga em Fortaleza. Quando os educadores identificam e valorizam os conhecimentos prévios dos alunos, criam-se condições para uma aprendizagem mais efetiva. Com isso, sem essa ancoragem, o ensino tende a ser fragmentado e pouco duradouro (AUSUBEL, 1980). Portanto, estratégias pedagógicas que priorizem a relação entre o novo e o já conhecido, como mapas conceituais e analogias, são essenciais para superar desafios em realidades socioeducacionais desfavorecidas. Diante desses pressupostos, a experimentação prática proposta neste estudo junto com o arcabouço teórico, fornecerá a ancoragem dos conhecimentos prévios na assimilação de novos conceitos e ideias que vão ser usados no escape room.

2.3.2 O uso da experimentação para formação de conhecimentos

A experimentação no ensino de Química desempenha um papel fundamental na construção do conhecimento científico, pois permite que os alunos relacionem os conceitos teóricos com fenômenos observáveis. Essa abordagem prática não só facilita a compreensão

de conteúdos abstratos, como também estimula o desenvolvimento de habilidades investigativas (GIORDAN, 1999).

A prática experimental na Química vai além da mera ilustração de teorias: ela desenvolve habilidades científicas, como formulação de hipóteses e análise crítica de dados, (GIORDAN, 1999). Para o autor, o laboratório é um espaço de problematização do conhecimento, onde os alunos testam ideias, confrontam erros e reconstroem seus entendimentos. Essa dinâmica é especialmente relevante no Escape Room proposto neste estudo, que transforma desafios químicos em enigmas a serem resolvidos coletivamente. Dessa forma, a experimentação alia o lúdico ao epistemológico, reforçando tanto a dimensão conceitual quanto a colaborativa da aprendizagem (KRASILCHIK, 2016).

2.3.3 O uso do Escape Room no ensino de Química.

O Escape Room é uma atividade lúdico-educativa que combina elementos de gamificação, trabalho em equipe e resolução de problemas, criando um ambiente propício para a aprendizagem ativa. De acordo com o Nicholson:

O Escape Room é definido como um jogo imersivo no qual os participantes, ao serem trancados em uma sala temática, devem resolver enigmas e puzzles sequenciais utilizando pistas e conhecimentos multidisciplinares para escapar dentro de um tempo limitado (NICHOLSON, 2015).

O uso de Escape Rooms como estratégia educativa no ensino de Química tem ganhado destaque, evidenciando seu potencial para promover o engajamento e a aprendizagem ativa dos estudantes. Pimenta Netto (2020) desenvolveu uma experiência de Escape Room para alunos do Ensino Médio, demonstrando que essa abordagem pode promover o letramento científico ao desafiar os estudantes a resolverem enigmas relacionados a conceitos químicos, facilitando a compreensão do conhecimento científico.

Deus e Prado (2023) analisaram a aplicação de um Escape Room no ensino de Química, identificando diversas funções pedagógicas, como a capacidade de diagnóstico, promoção de discussões conceituais e imersão dos alunos no conteúdo. Os autores concluíram que essa metodologia lúdica contribui para a aprendizagem significativa, tornando o processo educacional mais interativo.

Esses estudos indicam que a integração de Escape Rooms no ensino de Química

pode ser uma ferramenta eficaz para estimular o interesse dos alunos, facilitar a compreensão de conteúdos complexos e promover habilidades como resolução de problemas, trabalho em equipe e pensamento crítico.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Propor a utilização de uma abordagem lúdica e interativa, por meio do jogo Escape Room, como ferramenta educativa para conscientização do tratamento da água no ensino de Química.

3.2 Objetivos específicos

- (1) Conscientizar os alunos sobre a importância da água e seus desafios ambientais;
- (2) Orientar os alunos sobre os efeitos dos metais tóxicos e diferenciar água dura e mole;
- (3) Explicar as etapas do tratamento da água;
- (4) Incentivar o trabalho em equipe e a aplicação prática do conhecimento;
- (5) Utilizar do jogo Escape Room para incentivar o aprendizado do aluno;
- (6) Avaliar se a metodologia foi satisfatória com base nos resultados obtidos;

4. METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida em etapas sequenciais, integrando metodologias ativas para avaliar a eficácia do Escape Room como estratégia educativa. Inicialmente, foi aplicado um pré-teste para diagnosticar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema. Em seguida, realizou-se uma aula expositiva para introduzir os conceitos teóricos essenciais, garantindo uma base comum de entendimento. A terceira etapa consistiu em uma aula experimental, na qual os alunos exploraram atividades práticas relacionadas ao conteúdo, reforçando a aprendizagem por meio da experimentação.

Posteriormente, foi implementado o Escape Room educativo, onde os estudantes, divididos em equipes, resolveram enigmas e desafios interdisciplinares vinculados ao tema, aplicando conhecimentos adquiridos durante a sequência didática. Por fim, um pós-teste e questionário de sondagem foram aplicados para mensurar a evolução da aprendizagem, comparar os resultados com o pré-teste e analisar o impacto da metodologia. Durante todo o processo, os dados foram coletados e organizados sistematicamente, permitindo uma avaliação qualitativa e quantitativa da experiência.

4.1 Local da pesquisa

A pesquisa foi conduzida na EEMTI João Nogueira Jucá, situada no bairro Sapiroanga, em Fortaleza. O estudo foi aplicado na turma de 2º D do ensino médio de período integral, proporcionando um ambiente adequado para a realização das atividades propostas.

4.2 Participantes

A pesquisa foi realizada em uma turma com 38 alunos do 2º ano do Ensino Médio. A faixa etária dos participantes foi entre 15 e 18 anos. As aulas foram ministradas em período integral nos dias disponíveis da semana, ao longo dos meses de maio e junho de 2025.

4.3 Classificação da pesquisa

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem mista, integrando estratégias quantitativas e qualitativas de forma complementar. A dimensão quantitativa manifesta-se por meio de questionários estruturados com itens objetivos, os quais permitem a

quantificação e análise estatística dos dados, viabilizando a mensuração do conhecimento dos estudantes sobre os conceitos químicos investigados. Paralelamente, a abordagem qualitativa se faz presente na interpretação das respostas discursivas, analisadas mediante procedimentos sistemáticos de categorização temática, com o propósito de captar percepções vivenciadas pelos alunos durante o processo de aprendizagem (CRESWELL; CLARK, 2013).

No que concerne aos objetivos, a pesquisa assume caráter descritivo, uma vez que busca registrar, examinar e interpretar os fenômenos educacionais observados, com especial atenção às trajetórias de construção do conhecimento químico pelos participantes. Como destacam Lüdke e André (1986), estudos dessa natureza são fundamentais para retratar realidades educacionais em sua complexidade, articulando dados mensuráveis com as experiências subjetivas dos atores envolvidos.

4.4 Produção do material

A criação do manual de práticas emergiu como uma estratégia pedagógica, voltada ao fortalecimento dos conceitos e experimentos da Química. Inspirado no Manual de Laboratório de Química Analítica Qualitativa 1 da Universidade Federal do Ceará (UFC), utilizado na disciplina introdutória do curso superior de Química, este novo material foi adaptado e produzido na plataforma Canva com um propósito distinto de oferecer experimentos simplificados e acessíveis para alunos do ensino médio.

O manual estrutura-se em torno de conteúdos essenciais da Química ambiental e analítica, como a qualidade da água, a presença de metais tóxicos como o chumbo e mercúrio, a dureza da água e os principais métodos de tratamento. Além da parte teórica, inclui práticas experimentais, como os testes de identificação de íons de chumbo e mercúrio, o teste para verificação da dureza da água, a construção de um filtro caseiro e o experimento voltado ao tratamento da água. (APÊNDICE A).

Além do manual, foi produzido por meio da plataforma Canva, o slide (APÊNDICE B). Ele foi desenvolvido para dar suporte à aula teórica expositiva, com o objetivo de apresentar de forma visual os principais conceitos relacionados à água, suas propriedades, importância para a vida, questões de saneamento básico e impactos ambientais do esgoto não tratado.

4.5 Instrumento de coleta de dados

Os dados foram coletados por meio de três atividades avaliativas, aplicadas tanto como pré-teste quanto como pós-teste, identificadas como Avaliação 1 (APÊNDICE C), Avaliação 2 (APÊNDICE D) e Avaliação 3 (APÊNDICE E). Ambas as atividades foram compostas por perguntas objetivas e subjetivas com espaço para justificativa, todas elaboradas no Google documentos, sendo impressas e respondidas pelos alunos, e tiveram como objetivo analisar a evolução do conhecimento dos alunos ao longo do processo. Além disso, foi utilizado um questionário de sondagem (APÊNDICE F), desenvolvido na plataforma Google Forms, com a finalidade de avaliar a experiência dos estudantes em relação à atividade pedagógica Escape Room.

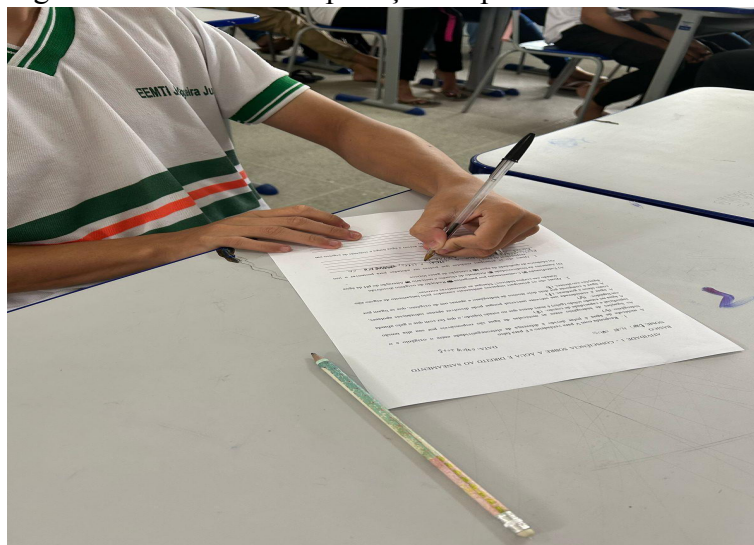
4.6 Sequência didática

A aplicação desta pesquisa ocorreu ao longo de quatro aulas, antecedidas pela realização dos pré-testes. A primeira aula abordou a conscientização sobre a importância da água, seu uso sustentável e os impactos do esgoto no meio ambiente, com ênfase nos aspectos químicos e sociais. Na segunda aula, foi visto os efeitos dos metais tóxicos na saúde e no meio ambiente, além da diferenciação entre água dura e mole, com a realização de experimentos práticos. A terceira aula explorou as etapas do tratamento de água, incluindo experimentos e a construção do filtro caseiro, reforçando a relevância do acesso à água potável. Por fim, a quarta aula consistiu em um Escape Room, no qual os estudantes revisaram os conceitos aprendidos de maneira desafiadora, estimulando o trabalho em equipe e a aplicação prática do conhecimento. Após as aulas, foram aplicados o pós-teste e o questionário de sondagem.

4.6.1 Pré-testes

Antes das aulas foram aplicados os pré-testes de forma impressa para os alunos responderem individualmente. As atividades foram aplicadas com o auxílio da professora da disciplina (Figura 1).

Figura 1 - Momento da aplicação do pré teste.



Fonte: Elaborado pela autor.

A atividade 1 consistiu em quatro perguntas. A primeira questão é sobre as propriedades da água, já a segunda é sobre os impactos ambientais do esgoto não tratado. A atividade também propõe duas perguntas abertas que incentivam os estudantes a expressarem suas percepções e experiências pessoais. A Atividade 2 teve como foco o aprofundamento de temas relacionados à qualidade da água, como a presença de metais tóxicos, a diferença entre água dura e mole, e o transporte da água até as residências. Ela começa com uma pergunta aberta, buscando estimular a curiosidade dos alunos sobre o caminho que a água percorre até chegar às suas casas. Em seguida, os estudantes são desafiados a identificar metais tóxicos prejudiciais à saúde, compreender seus efeitos tóxicos no organismo e reconhecer os minerais responsáveis pela dureza da água.

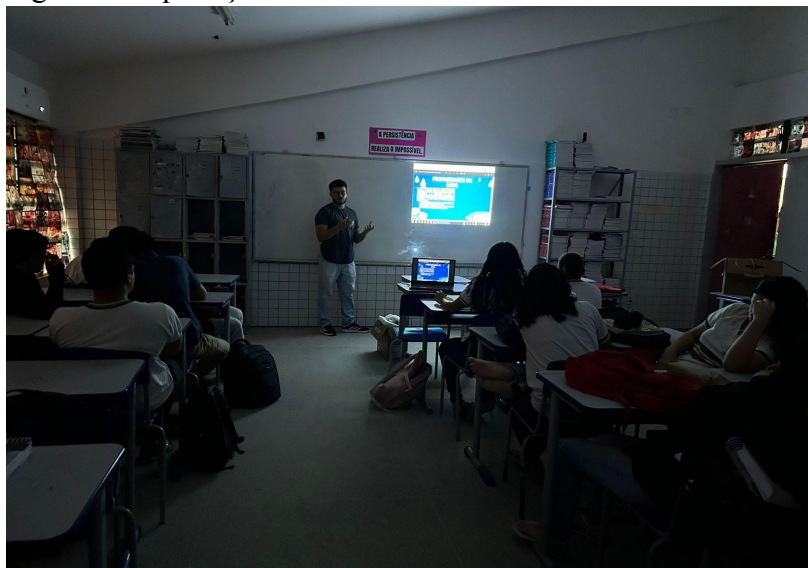
A atividade 3 teve como foco o tratamento da água e sua importância para a saúde pública, abordando o funcionamento das Estações de Tratamento de Água (ETA) e os riscos do consumo de água não tratada. Por meio de questões objetivas, os alunos identificaram a função de cada etapa do processo convencional de tratamento: coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção, e reconheceram o uso do sulfato de alumínio como substância química utilizada para agrupar partículas sólidas na etapa de coagulação. Também refletiram sobre os perigos das doenças de veiculação hídrica, como cólera e hepatite A. Além disso, a atividade incluiu uma pergunta aberta, incentivando os estudantes a propor medidas emergenciais que podem ser adotadas por comunidades sem acesso à água tratada, promovendo a conscientização sobre desigualdades sociais e a importância do saneamento básico como um direito essencial à vida.

4.6.2 Aula 1

A aula intitulada: Consciência sobre a Água e Direito ao Saneamento Básico, teve uma duração total de 50 minutos, sendo uma aula expositiva com auxílio do slide dividida em três partes principais: introdução, desenvolvimento e conclusão (Figura 2). Na parte introdutória, houveram perguntas provocativas, tais como "O que a água representa para você?" e "O que acontece com a água após seu uso em casa?", com o objetivo de incentivar um diálogo inicial sobre o ciclo da água e fomentar o envolvimento dos alunos.

Durante o desenvolvimento, a aula teve quatro eixos temáticos: a química da água, com enfoque em sua estrutura molecular e características; a legislação brasileira que garante o direito à água e ao saneamento básico, incluindo o Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei 14.026/2020); informações sobre o consumo de água e os impactos ambientais do esgoto não tratado; e propostas viáveis para um uso responsável da água. A conclusão reforçou os principais pontos discutidos, destacando a importância da água, seu uso sustentável e a relevância do saneamento básico para a qualidade de vida e a preservação ambiental.

Figura 2 - Aplicação da aula 1.



Fonte: Elaborado pela autor.

4.6.3 Aula 2

A segunda aula, com duração de 50 minutos, teve como objetivo principal compreender os efeitos dos metais tóxicos na saúde e no meio ambiente, além de distinguir os tipos de água dura e mole. A sessão começou com uma introdução teórica sobre metais pesados, como chumbo (Pb) e mercúrio (Hg), abordando suas origens de contaminação, como o descarte de resíduos industriais, e seus impactos na saúde humana. Em seguida, foram apresentados os conceitos de água dura (rica em cálcio e magnésio) e água mole (baixa concentração de minerais), estabelecendo a base para as atividades práticas.

No decorrer da aula, os estudantes realizaram dois experimentos. O primeiro teve como finalidade identificar água dura e mole por meio da dissolução de sabão, observando a formação de espuma. Em água mole, a dissolução de sabão comum produz espuma abundante, devido à baixa concentração de íons cálcio e magnésio. Já em água dura, a formação de espuma é reduzida pois esses íons reagem com os ânions do sabão, formando precipitados insolúveis, caracterizando assim a dureza da água (Figura 3).

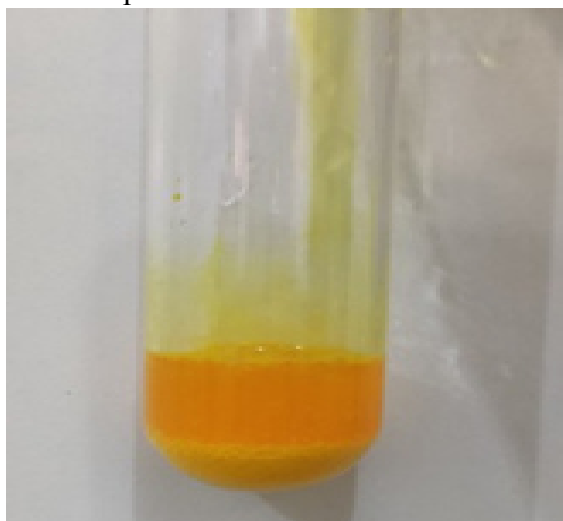
Figura 3 - Experimento da dureza da água.



Fonte: Elaborado pela autor.

Já o segundo simula a contaminação por metais tóxicos, utilizando métodos analíticos para detectar chumbo e mercúrio. Para a identificação de íons de chumbo (Pb^{2+}), adicionou-se 10 gotas da amostra em um tubo de ensaio limpo e seco, seguido de 5 gotas de ácido acético (CH_3COOH) e 2 gotas de solução de cromato de potássio (K_2CrO_4). A formação de um precipitado amarelo (PbCrO_4) (Figura 4) confirma a presença de Pb^{2+} na amostra (VOGEL, 1981).

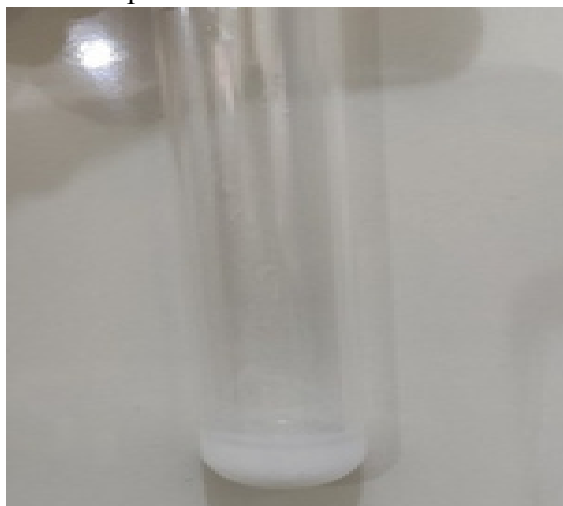
Figura 4 - Precipitado amarelo identificado no laboratório.



Fonte: Elaborado pela autor.

A identificação de íons mercúrio (Hg^{2+}) foi realizada através do teste com hidróxido de amônio (NH_4OH) (VOGEL, 1981). Adicionaram-se 10 gotas da amostra em um tubo de ensaio limpo, seguido de 2 gotas de solução de NH_4OH . A formação imediata de precipitado branco ($\text{Hg}(\text{OH})_2$) (Figura 5), confirmou a presença de Hg^{2+} na amostra.

Figura 5 - Precipitado branco identificado no laboratório



Fonte: Elaborado pela autor.

A conclusão reforçou a importância do tratamento da água para a remoção de metais, evidenciando a necessidade de acesso à água potável e de um sistema de saneamento básico adequado.

4.6.4 Aula 3

A terceira aula, com duração de 50 minutos, teve como objetivo principal entender as etapas do tratamento de água e realizar experimentos práticos. A aula começou com uma introdução teórica sobre a importância do tratamento da água, destacando a presença de impurezas, microrganismos e poluentes que podem ser prejudiciais à saúde. São apresentadas as etapas do tratamento de água: coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção, ilustradas por meio de fotos de uma Estação de Tratamento de Água (ETA) no manual de práticas, proporcionando uma visão clara do processo. (Figura 6).

Figura 6 - Exemplo da ilustração do manual de práticas.



No desenvolvimento da atividade prática, os alunos simularam um processo de tratamento de água em laboratório (Figura 7). Inicialmente, adicionou-se sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) à água contaminada para promover a coagulação e formação de flocos, observando-se posterior decantação das impurezas. Em seguida, a água foi filtrada através de um sistema caseiro composto por camadas de pedras, areia e carvão ativado, demonstrando os princípios físicos e químicos da purificação de água em pequena escala (BRASIL ESCOLA, 2025).

Figura 7- Materiais do tratamento de água em laboratório.



Fonte: Elaborado pela autor

A conclusão da aula relacionou o experimento ao tratamento realizado em uma ETA e destacando a importância de cada fase do processo para garantir água potável.

4.6.5 Escape Room

A quarta aula consistiu em um Escape Room temático sobre o tratamento da água, com o objetivo de revisar, os conceitos abordados nas aulas anteriores, promovendo o trabalho em equipe e a aplicação prática do conhecimento. Para a realização do experimento, a turma foi organizada em cinco equipes, cada uma composta por 5 a 6 alunos, totalizando 27 participantes. O tempo foi cronometrado até a última fase, e cada desafio resolvido fornecia uma passagem para uma nova sala. Como estratégia de motivação pelo trabalho em equipe, as duas equipes que concluíram o experimento dentro do menor tempo estabelecido foram premiadas com uma caixa de chocolate cada, e todos que participaram da atividade ganharam Bis chocolate.

No primeiro desafio do Escape Room, os alunos retiravam perguntas de dentro de um becker, que estavam dispostas aleatoriamente para serem sorteadas. Cada pergunta abordava temas relacionados aos impactos ambientais e à qualidade da água, como: "Quais são os principais impactos ambientais causados pelo lançamento de esgoto não tratado em corpos hídricos?", "Quais elementos são considerados metais tóxicos e representam riscos à saúde e ao meio ambiente?", A água dura é caracterizada por alta concentração de quais

minerais?" e "Qual dos seguintes problemas de saúde pode ser causado pelo consumo de água não tratada?". Para responder, os participantes precisavam buscar as respostas corretas em papéis espalhados sobre a bancada, onde estavam escritas as soluções. (Figura 8).

Figura 8- Primeira fase do Escape Room.



Fonte: Elaborado pela autor.

No segundo desafio, os alunos foram encorajados a identificar a diferença entre água mole e água dura por meio de testes práticos. Havia dois frascos contendo amostras de água não identificada, e os participantes precisavam seguir os procedimentos descritos no manual de práticas para detectar a presença de cálcio e magnésio (Figura 9). Ao identificarem corretamente as amostras, os grupos cumpriam o desafio e avançavam para a terceira fase do Escape Room.

Figura 9 - Segunda fase do Escape Room



Fonte: Elaborado pela autor.

No terceiro desafio, os alunos se depararam com dois béqueres com líquidos não identificados, uma com mercúrio (Hg) e outra com chumbo (Pb). Utilizando os métodos analíticos descritos no manual de práticas, os participantes deveriam identificar corretamente qual béquer continha cada metal (Figura 10). Ao determinarem a composição das amostras, os grupos cumpriam o objetivo e avançavam para a última fase do Escape Room .

Figura 10 - terceira fase do Escape Room



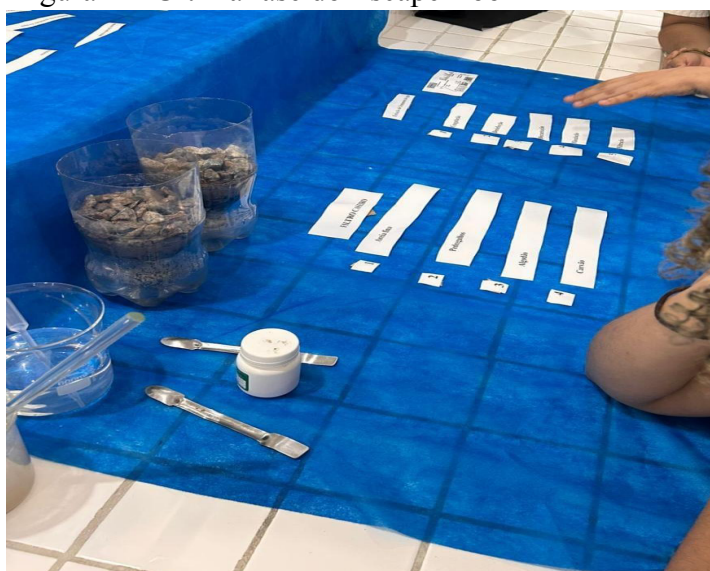
Fonte: Elaborado pela autor

O último desafio abordou o tratamento de água dividido em três etapas sequenciais (Figura 11). Na primeira parte, os alunos receberam papéis com os termos

coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção embaralhados e deveriam ordená-los numericamente do 1º ao 5º conforme a sequência correta do processo de tratamento.

Em seguida, os participantes se depararam com um filtro caseiro montado e 4 papéis dos materiais do filtro fora de ordem. O desafio consistia em associar corretamente cada material à sua respectiva camada no filtro, ordenando-os da base para o topo. Por fim, realizaram uma demonstração prática, adicionando sulfato de alumínio a uma amostra de água com argila para coagulação, filtrando-a através do sistema montado e finalizando com a desinfecção usando uma gota de hipoclorito de sódio.

Figura 11- Última fase do Escape Room



Fonte: Elaborado pela autor.

4.6.6 Questionário de sondagem e pós-teste

O questionário de sondagem possui caráter quantitativo baseado na escala de Likert (LIKERT, 1932), instrumento amplamente validado para mensurar atitudes e percepções. Composto por afirmações que os respondentes avaliam em graus de concordância, permite a conversão de opiniões subjetivas em dados mensuráveis, facilitando análises estatísticas. Essa escolha metodológica justifica-se pela capacidade da escala em quantificar construtos complexos como satisfação, importância ou frequência, oferecendo robustez à interpretação dos resultados (FIELD, 2017).

O formulário foi aplicado por meio de um link online, que teve como objetivo avaliar a eficácia do Escape Room como ferramenta educacional, utilizando uma escala Likert de 5 pontos. Composto por nove questões, o questionário abordou quatro dimensões

principais: conscientização ambiental, aquisição de conhecimentos científicos, compreensão das etapas de tratamento de água e a avaliação da metodologia. As perguntas foram estruturadas para verificar tanto a aprendizagem conceitual quanto a eficácia pedagógica da atividade, permitindo análises quantitativas que identificaram pontos fortes e áreas para melhoria na abordagem educativa. O formato digital facilitou a coleta e análise imediata dos dados.

O pós-teste aplicado contém as mesmas avaliações do pré-teste, constituindo um recurso metodológico essencial para análise comparativa dos resultados. Essa abordagem permite mensurar a evolução da aprendizagem e a eficácia da intervenção educacional, mediante a confrontação dos dados obtidos nas duas etapas da pesquisa.

4.7 Análise dos resultados

Algumas respostas subjetivas foram analisadas mediante Análise de Conteúdo, segundo Bardin (1977), a metodologia que compreende três etapas: (1) pré-análise, com leitura flutuante e formulação de hipóteses iniciais; (2) exploração do material, mediante codificação sistemática dos dados; e (3) tratamento dos resultados, com interpretação e inferência. Esta abordagem permitiu transformar os relatos qualitativos em unidades de significado analisáveis, identificando tanto padrões temáticos recorrentes quanto singularidades nas percepções dos participantes. Já as outras questões subjetivas foram respondidas com base na interpretação dos dados.

Complementando a análise, os dados objetivos foram sistematizados por meio de representações gráficas, permitindo uma visualização integrada dos resultados. Os gráficos permitiram identificar padrões de distribuição e frequência, enquanto as tabelas facilitaram a comparação sistemática entre categorias temáticas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este tópico apresenta a análise dos dados obtidos com a turma antes e após a aplicação do escape room, destacando o perfil dos estudantes, bem como suas concepções iniciais e finais. A interpretação dos resultados segue a ordem cronológica da coleta de dados, realizada por meio de atividades e um questionário.

5.1 Atividade 1

No pré-teste da atividade 1, o espaço amostral foi de 30 alunos, que responderam a um questionário composto por quatro perguntas. A primeira questão teve como objetivo avaliar seus conhecimentos prévios sobre as propriedades físico-químicas da água. Foram abordadas cinco afirmações, sendo os alunos instruídos a identificarem se eram verdadeiras ou falsas. O Quadro 1 detalha essas afirmações, destacando os itens corretos.

Quadro 1 - Itens corretos da primeira questão.

Nº	Afirmação	V/F
1	A molécula de água é polar devido à diferença de eletronegatividade entre o oxigênio e o hidrogênio.	V
2	As ligações de hidrogênio entre as moléculas de água são responsáveis por sua alta tensão superficial e capacidade de coesão.	V
3	A água no estado sólido (gelo) é mais densa que no estado líquido, o que faz com que o gelo afunda em líquidos.	F
4	A água é considerada um solvente universal porque pode dissolver apenas substâncias apolares, como óleos e gorduras.	F
5	A água é composta por dois átomos de hidrogênio e apenas um de oxigênio, que se ligam por ligações covalentes.	V

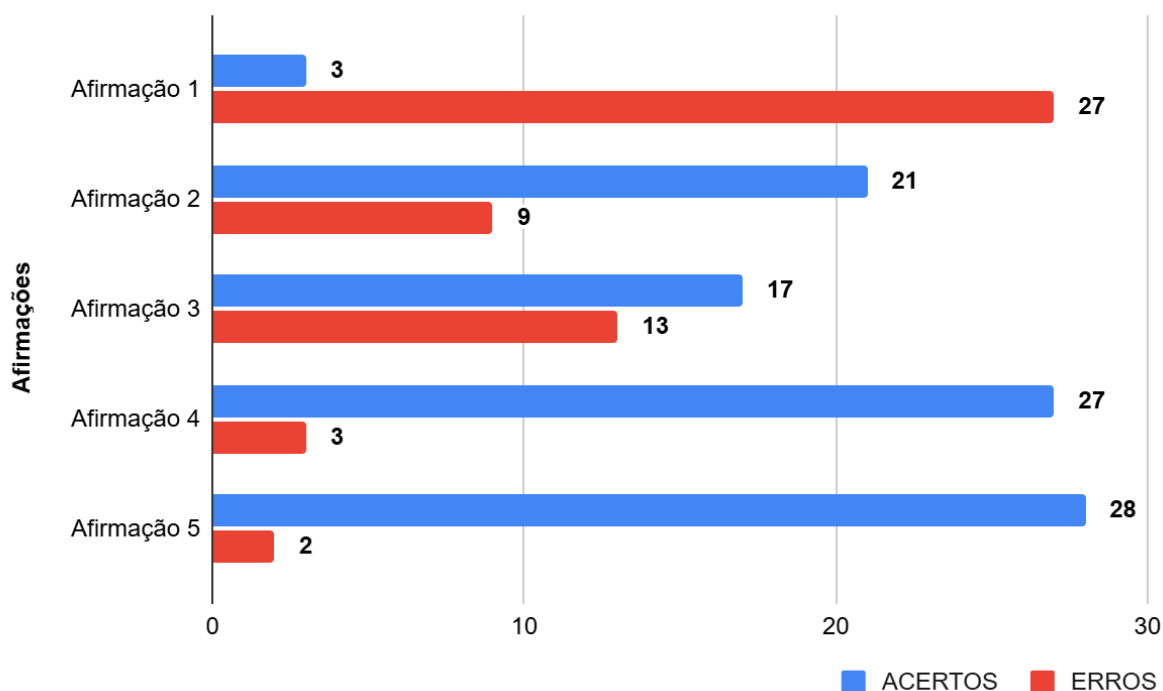
Fonte: Elaborado pela autor.

De acordo com o Gráfico 1, a maior taxa de acertos ocorreu na afirmação 5, referente à composição molecular da água, com 28 acertos e apenas 2 erros, indicando que a maioria dos alunos reconhece a estrutura básica da molécula de água. A afirmação 4, que afirma incorretamente que a água dissolve apenas substâncias apolares, obteve 27 acertos e 3 erros, evidenciando uma boa compreensão sobre o conceito de solvente universal. Da mesma forma, a afirmação 2, sobre as ligações de hidrogênio e suas implicações na coesão e tensão superficial, obteve um bom desempenho, com 21 acertos e 9 erros.

Em contrapartida, a maior taxa de erros foi registrada na afirmação 1, sobre a polaridade da água, com 27 respostas incorretas, sugerindo que os estudantes possuem

dificuldades em associar a eletronegatividade com a polaridade molecular. Por fim, a afirmação 3, sobre a densidade do gelo, resultou em 13 erros, indicando que muitos alunos ainda acreditam erroneamente que o gelo afunda em água, o que revela uma lacuna no entendimento de fenômenos físicos simples.

Gráfico 1 - Resultado da primeira questão no pré-teste.

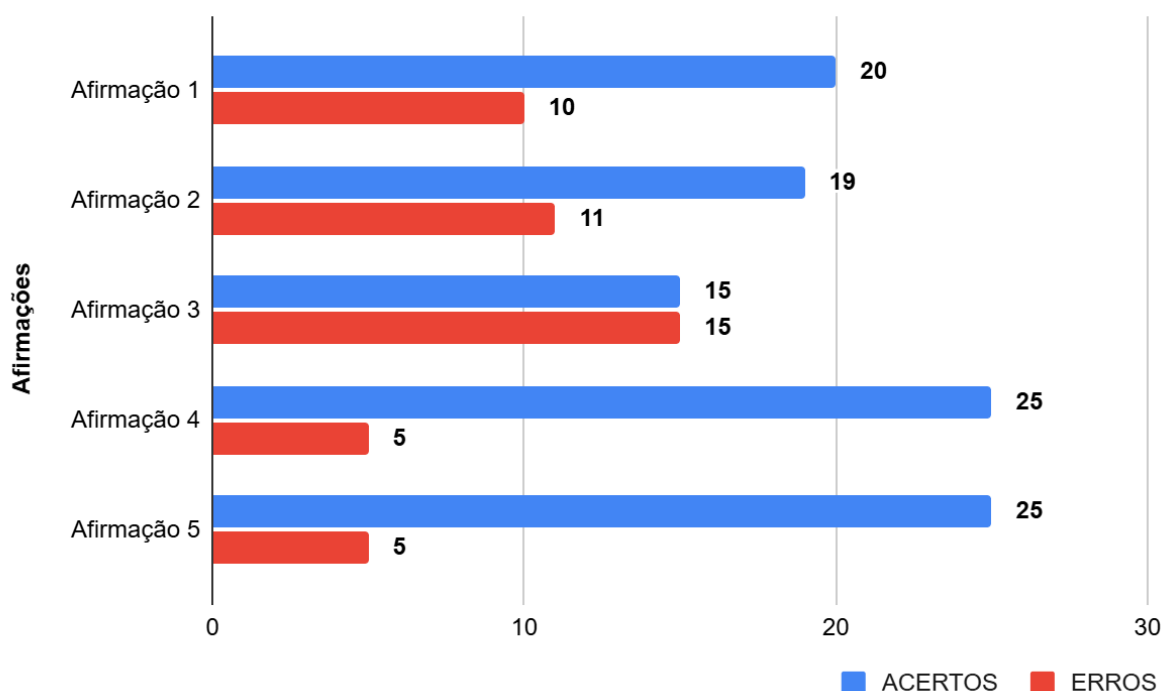


Fonte: Elaborado pela autor.

A primeira questão do pós-teste foi respondida por 30 alunos. Observou-se no Gráfico 2, um aumento expressivo na compreensão dos alunos sobre a polaridade da água a afirmação 1, que saiu de apenas 3 acertos no pré-teste para 20 acertos no pós-teste, em termos percentuais absolutos, a taxa de acertos subiu 56,7 pontos percentuais, demonstrando evolução conceitual. Na afirmação 2, houve pequena variação de 21 para 19 acertos, mantendo-se um bom nível de compreensão sobre ligações de hidrogênio, embora indicando necessidade de reforço. A afirmação 3, relacionada à densidade do gelo, apresentou uma variação de 17 no pré-teste e 15 no pós, o que sugere persistência de dificuldades conceituais nesse ponto.

As afirmações 4 e 5, que tiveram ótimo desempenho no pré-teste, mantiveram bons resultados no pós-teste, indicando a consolidação do conhecimento. Já que houve manutenção de acertos acima de 80%, que confirma que esses tópicos foram consolidados desde o pré-teste, reforçando que o conhecimento prévio dos alunos já era sólido.

Gráfico 2 - Resultado da primeira questão no pós-teste.



Fonte: Elaborado pela autor.

Vale salientar que, embora a turma seja composta por aproximadamente 40 alunos oficialmente matriculados, o número de participantes efetivos nas atividades avaliativas foi consideravelmente menor. Apenas 30 estudantes responderam ao pré-teste, e 34 alunos fizeram o pós-teste da atividade 1. Houve uma alta taxa de faltas registradas ao longo do período de aplicação das atividades, o que comprometeu o acompanhamento pedagógico de forma contínua. Além disso, foi observado que alguns alunos participaram apenas de uma das etapas, o que também compromete a análise comparativa direta entre os dados obtidos, tanto nesta quanto nas demais questões avaliadas.

A segunda questão da avaliação teve como objetivo identificar se os alunos reconheciam os principais impactos ambientais decorrentes do lançamento de esgoto não tratado em corpos hídricos. Dos alunos que responderam, esperava-se que selecionassem alternativas corretas, conforme o Quadro 2 descreve.

Quadro 2 - Itens corretos da segunda questão.

Alternativa	Impacto Ambiental	Correta?
A	Eutrofização	Sim
B	Contaminação por patógenos	Sim
C	Redução do oxigênio dissolvido	Sim
D	Aumento da biodiversidade	Não
E	Acúmulo de chumbo e mercúrio	Sim
F	Alteração do pH da água	Sim
G	Melhoria da qualidade da água	Não
H	Formação de gases tóxicos	Sim

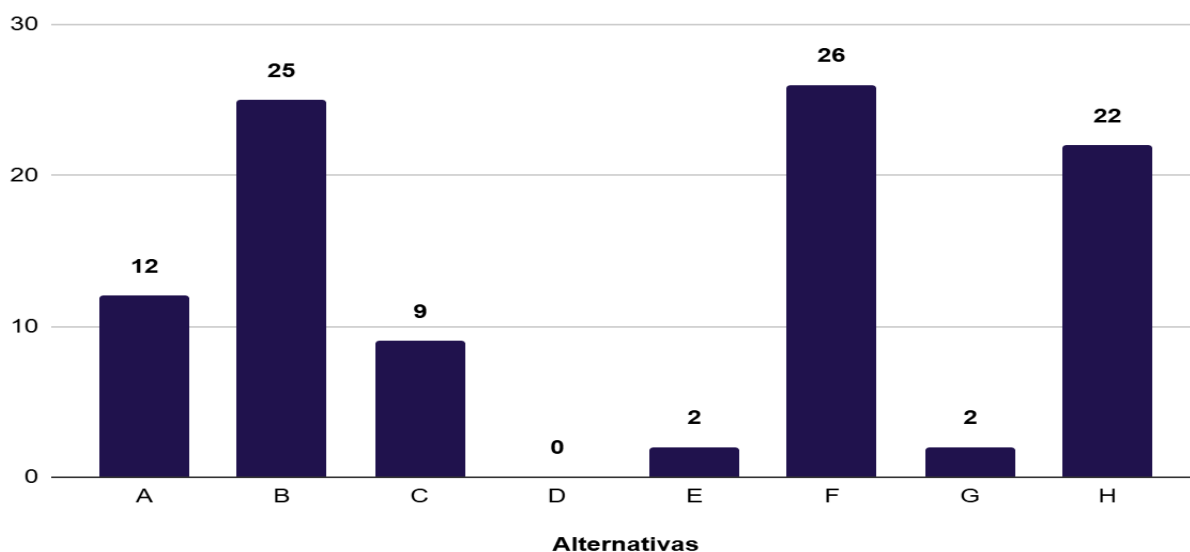
Fonte: Elaborado pela autor.

Observar-se no Gráfico 3, a análise das respostas da segunda questão no pré-teste. As alternativas F e B foram marcadas por 26 e 25 alunos, respectivamente, o que indica que a maioria dos estudantes já possui uma noção mais clara sobre os efeitos imediatos da poluição por esgoto. Já a alternativa H, com 22 marcações, também teve boa aceitação, o que demonstra certo entendimento dos processos de decomposição anaeróbica.

Entretanto, o baixo número de marcações em alternativas igualmente corretas, como A com 12 respostas, e C com apenas 9 marcações, aponta que muitos estudantes ainda não compreendem plenamente os impactos ecológicos da poluição hídrica, especialmente os relacionados ao desequilíbrio do ecossistema aquático. A eutrofização e a consequente hipóxia são processos centrais nas discussões ambientais, mas parecem pouco conhecidos pela maioria da turma.

Outro dado que merece destaque é a baixa identificação da alternativa E, marcada por apenas 2 alunos. Isso demonstra desconhecimento sobre a presença de metais pesados em esgotos e seus efeitos tóxicos, tanto para os organismos aquáticos quanto para a saúde humana. Por fim, as alternativas incorretas D e G foram marcadas por 0 e 2 alunos, respectivamente. Isso mostra, que a maior parte dos estudantes consegue diferenciar os impactos positivos e negativos ao meio ambiente.

Gráfico 3 - Resultado da segunda questão no pré-teste.



Fonte: Elaborado pela autor.

A segunda questão no pós-teste foi respondida por 33 alunos, os resultados obtidos estão no Gráfico 4. Ao comparar os resultados do pré-teste com os do pós-teste, observa-se um avanço na compreensão de vários conceitos, embora algumas inconsistências também tenham surgido.

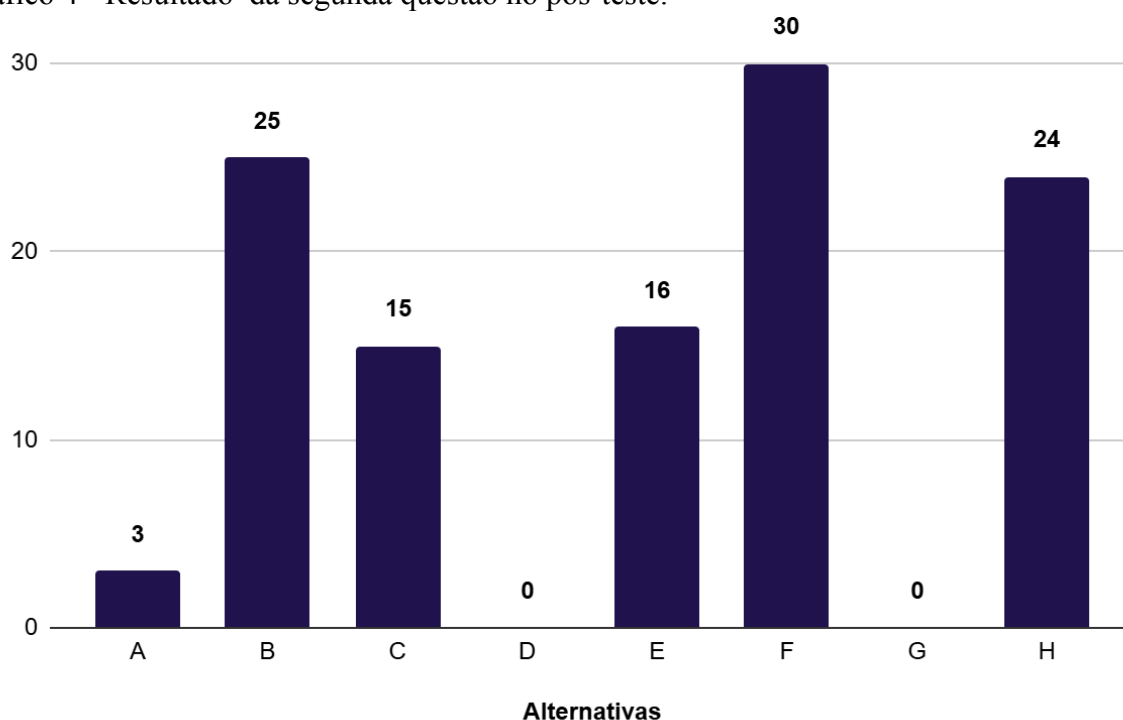
A alternativa F manteve-se como a mais reconhecida corretamente, subindo de 26 para 30 marcações. A alternativa B permaneceu com 25 marcações, indicando consistência no reconhecimento desse impacto. O maior crescimento ocorreu na alternativa E, que passou de apenas 2 marcações no pré-teste para 16 no pós-teste, demonstrando que a intervenção pedagógica contribuiu para o entendimento dos efeitos de metais pesados no meio ambiente. Tal resultado pode ser atribuído à abordagem do tema de forma integrada, tanto por meio de uma aula prática quanto durante uma das fases do escape room. A alternativa H teve leve crescimento, mantendo-se entre as mais bem compreendidas.

A alternativa C também apresentou avanço, subindo de 9 para 15 marcações, indicando um ganho parcial na compreensão do processo de hipóxia em ambientes aquáticos contaminados, um assunto tratado na aula teórica e comentado na aula experimental. Por outro lado, causou surpresa a queda acentuada nas marcações da alternativa A, que passou de 12 no pré-teste para 3 no pós-teste. Esse resultado pode estar relacionado ao fato de que o tema da eutrofização foi abordado apenas de forma teórica, o que possivelmente tornou outras alternativas mais atrativas aos olhos dos alunos, desviando sua atenção desse conceito específico.

Já as alternativas incorretas D e G, não houveram nenhuma marcação, mostrando

que os estudantes conseguiram diferenciar adequadamente os impactos negativos dos positivos. Por fim, esses dados demonstram que, de modo geral, que a sequência pedagógica foi eficaz na ampliação do conhecimento dos estudantes, embora ajustes sejam necessários para reforçar conceitos menos assimilados, como a eutrofização.

Gráfico 4 - Resultado da segunda questão no pós-teste.



Fonte: Elaborado pela autor.

A terceira questão foi subjetiva, e teve como objetivo identificar quais medidas importantes para o uso consciente e sustentável da água. No pré-teste foram analisadas as 29 respostas, com base na análise de conteúdo segundo Bardin (1977). Com isso, foram identificadas cinco categorias principais nas respostas dos participantes, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Categorias criadas por meio da análise de conteúdo de Bardin (1977) em relação à terceira questão do pré-teste.

Categoria	Código	Exemplos de respostas dos alunos	Frequência
Economia no uso da água	C1	“Uso econômico da água na hora do banho, desligar a chuveiro e quando for passar o sabonete fecha o chuveiro.”	22
Cuidados sanitários e ambientais	C2	“Não jogar lixo nos lagos e rios.”	11
Conscientização e educação ambiental	C3	“Promovendo campanhas a favor do uso responsável da água.”	8
Reutilização da água	C4	“Utilizar a água das máquinas de lavar roupa para lavar o quintal, não demorar nos banhos, usar pouca água para lavar louça e coletar a água da chuva para lavar carros e calçadas.”	6
Generalizações e respostas vagas	C5	“Utilizar somente o necessário”	3

Fonte: Elaborado pela autor.

A análise de conteúdo revelou um predomínio expressivo da economia no uso da água (C1), mencionada em 22 das 30 respostas. Os participantes enfatizaram práticas como fechar torneiras, encurtar o tempo de banho e utilizar a água apenas quando necessário. Apesar da categoria de cuidados sanitários e ambientais (C2) não ser a resposta esperada para a pergunta formulada, a expressiva frequência de 11 menções, refletiu preocupações com o descarte de lixo, a água parada e a prevenção de doenças, assuntos bastante vistos no cotidiano dos estudantes.

A presença da categoria conscientização e educação ambiental (C3) evidencia que parte dos alunos reconhece a importância de campanhas e de ações educativas. A reutilização da água (C4), embora menos frequente, a prática de reaproveitar a água da máquina de lavar também se mostrou relevante, especialmente em aplicações como a irrigação de jardins e a limpeza doméstica. Algumas respostas foram genéricas (C5), o que pode indicar dificuldade em articular ideias mais específicas. De modo geral, os dados demonstram uma boa compreensão sobre a importância do uso racional da água, ainda que com diferentes níveis de profundidade.

No pós-teste da terceira questão, foram analisadas as 32 respostas, com base na análise de conteúdo segundo Bardin (1977). Contudo, foram identificadas cinco categorias principais nas respostas dos participantes, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 - Categorias criadas por meio da análise de conteúdo de Bardin (1977) em relação à terceira questão do pós-teste.

Categoria	Código	Exemplos de respostas dos alunos	Frequência
Economia no uso da água	C1	“Não lavar automóveis em casa com mangueira, usar água com moderação e responsabilidade.”	27
Conscientização e educação ambiental	C3	“Promover em escolas palestras sobre conscientização e desperdício da água.”	9
Cuidados sanitários e ambientais	C2	“A reciclagem de lixo, para não poluir as águas limpas.”	8
Reutilização da água	C4	“Reutilizar água, não gastar água com qualquer coisa e evitar torneiras abertas toda hora.”	5
Generalizações e respostas vagas	C5	“Pelos canos que vêm a água para nossa casa.”	1

Fonte: Elaborado pela autor.

No pós-teste, a categoria mais recorrente foi economia no uso da água (C1), com 27 ocorrências, demonstrando domínio de práticas como fechar torneiras e reduzir o tempo de banho. Também se destacaram as categorias conscientização e educação ambiental (C3) e cuidados sanitários e ambientais (C2), evidenciando maior preocupação com a prevenção de doenças e com o papel da educação na formação de atitudes sustentáveis. Houve ainda menções à reutilização da água (C4) e uma notável redução de respostas genéricas. Esses resultados sugerem que as sequências didáticas aplicadas foram eficazes.

A quinta questão do pré-teste, teve como objetivo investigar a percepção crítica dos estudantes sobre as desigualdades no acesso ao saneamento básico. Todos os 30 alunos responderam de forma negativa à pergunta. O Quadro 3 demonstra alguns exemplos das respostas dos alunos.

Quadro 3 - Exemplos das respostas da quinta questão do pré-teste.

Alunos	Exemplos das respostas do aluno
Aluno 1	“Não, nem todas as pessoas têm acesso à água limpa e ao sistema de esgoto, principalmente as pessoas pobres que nascem em lugares precários.”
Aluno 2	“Não, infelizmente, não são todas as pessoas ao depende da região que têm esse privilégio em suas casas, o que aumenta os riscos de contaminação das pessoas de todas as idades.”
Aluno 3	“Não, existem muitos lares no Brasil, principalmente nas comunidades do Rio de Janeiro, que não possuem saneamento básico e possuem águas contaminadas.”
Aluno 4	“Na capital de Fortaleza, nos bairros pobres e até mesmo nos nobres, não há saneamento básico adequado aos moradores promovido pelo governo. Logo, acredito que não, nem todos têm acesso à água limpa e sistema de esgoto.”
Aluno 5	“Não, o assunto não tem sido dado tanta atenção, só será valorizado em tempos eleitorais.”

Fonte: Elaborado pela autor.

Esses dados revelam uma percepção coletiva quanto à desigualdade no acesso aos serviços básicos de saneamento, refletindo a realidade de muitas comunidades brasileiras. A unanimidade nas respostas evidencia não apenas uma consciência crítica sobre a temática, mas também a vivência de situações de vulnerabilidade hídrica e estrutural. Esses resultados dialogam com os dados do Instituto Trata Brasil (2023), que apontam que milhões de brasileiros ainda vivem sem acesso à água potável e à rede de esgoto, o que compromete a saúde pública, o meio ambiente e a dignidade humana.

Por fim, na quinta questão do pós-teste, todos os 32 estudantes responderam de forma negativa à pergunta. O Quadro 4 demonstra alguns exemplos das respostas dos alunos.

Quadro 4 - Exemplos das respostas da quinta questão do pós-teste.

Alunos	Exemplos das respostas do aluno
Aluno 1	“Não, na cidade de Fortaleza existem regiões em que não tem sistemas de saneamento básico e drenagem, onde além de não ter água tratada, tem de conviver em meio ao esgoto a céu aberto.”
Aluno 2	“Não, pois muitos lugares não têm tratamento de água por falta de recursos do governo.”
Aluno 3	“Não, o governo só dá atenção para o saneamento básico nas principais ruas e avenidas.”
Aluno 4	“Não, Porque você pode encontrar esgoto ao ar livre e você pode encontrar cidadãos reclamando por falta de saneamento básico”
Aluno 5	“Não, pois a maior parte da sociedade de baixa renda não tem esse acesso.”

Fonte: Elaborado pela autor.

Os resultados demonstram uma percepção ainda mais fundamentada sobre as desigualdades socioambientais, evidenciando uma crítica mais estruturada à gestão pública. Os estudantes citaram exemplos concretos de sua realidade local, como a ausência de sistemas de drenagem e esgoto a céu aberto em regiões periféricas de Fortaleza. Também foram mencionadas a falta de recursos governamentais, a priorização de obras apenas em áreas nobres e o abandono das populações de baixa renda.

5.2 Atividade 2

A primeira questão do pré-teste foi subjetiva, sendo respondida por 27 alunos, tendo como objetivo investigar o entendimento dos participantes sobre o trajeto da água até às suas residências. O Quadro 5 demonstra alguns exemplos das respostas dos alunos.

Quadro 5 - Exemplos das respostas da primeira questão do pré-teste da avaliação 2.

Alunos	Exemplos das respostas do aluno
Aluno 1	“A água vem diretamente da cagece e em seguida vai para as nossas casas.”
Aluno 2	“Chega pelo sistema de encanação pelo subsolo.”
Aluno 3	“A água é retirada dos rios, tratada, sendo purificada, após ser tratada, passa pela encanação e é levada aos locais, como moradia e empresas.”
Aluno 4	“A água chega nas nossas casas após um grande processo de purificação dela, por meio de empresas.”
Aluno 5	“A água chega através dos encanamentos que estão ligados a uma rede de sistemas de tratamento para tornar a água potável e chegar em nossas casas.”

Fonte: Elaborado pela autor.

A maioria dos alunos limitou-se a descrever infraestrutura visível, com destaque para o reconhecimento do sistema de encanamento subterrâneo como principal meio de distribuição, aspecto citado por grande parte dos alunos. Algumas respostas foram mais simplificadas, como a água vinda da Cagece, enquanto outras demonstraram conhecimento mais elaborado, como a menção à captação em rios, ao tratamento em estações e à purificação antes da distribuição. Apesar de certa superficialidade em algumas falas, os dados revelam que os estudantes já possuíam uma compreensão inicial sobre o funcionamento básico do sistema de abastecimento de água.

A primeira questão do pós-teste, foi respondida por 31 estudantes, observou-se um avanço na compreensão do processo de abastecimento de água em comparação ao pré-teste. O Quadro 6 demonstra alguns exemplos das respostas dos estudantes.

Quadro 6 - Exemplos das respostas da primeira questão do pós-teste da avaliação 2.

Alunos	Exemplos das respostas do aluno
Aluno 1	“Pelo encanamento, depois de passar por tratamento.”
Aluno 2	“Através dos canos e caixas d'água, pela CAGECE.”
Aluno 3	“Através do encanamento das casas, porém passam por um processo de tratamento de água, muitas vezes por falha da encanação pode apresentar diversos patógenos.”
Aluno 4	“A água é retirada de rios e levada para o tratamento através de enganações, depois é dividida em tanques e distribuída para os moradores por canos.”
Aluno 5	“O processo começa nas bases de tratamento de água que após o tratamento é pronto para o consumo. Chega em nossas casas através de encanamento que ligam a cidade toda.”

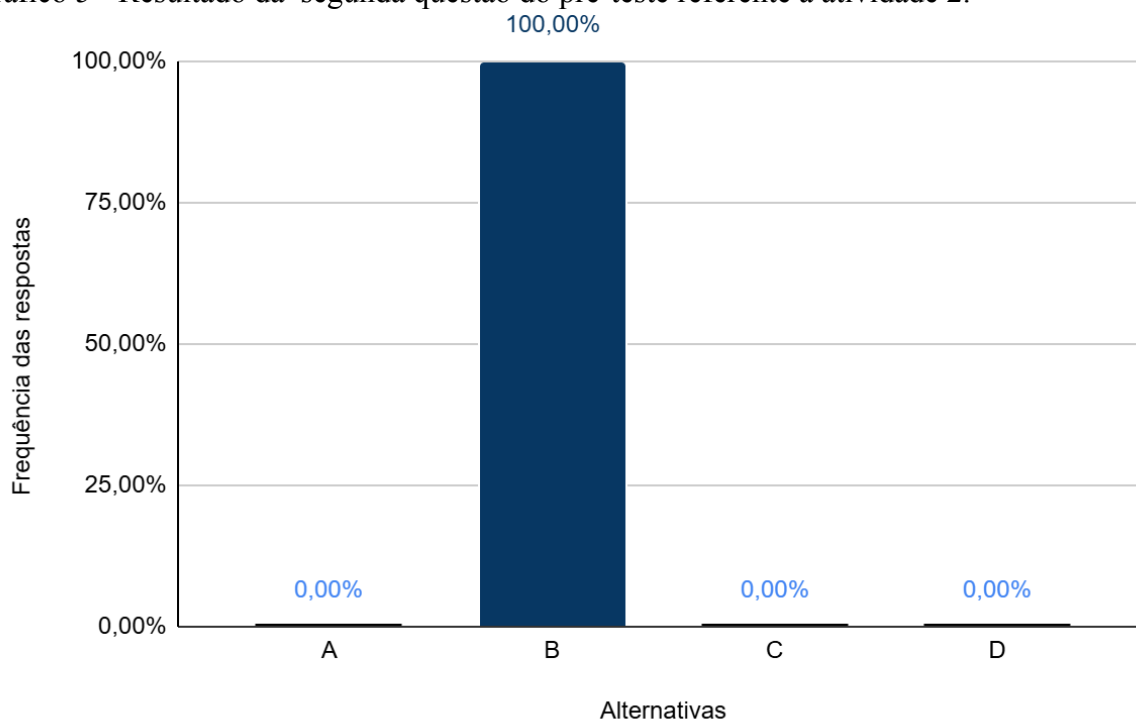
Fonte: Elaborado pela autor

A maioria das respostas continuou destacando o papel do encanamento como meio de transporte da água, com predomínio da menção direta à CAGECE como responsável pela distribuição. Além disso, algumas respostas demonstraram maior consciência crítica, como a citação de falhas na infraestrutura das encanações e os riscos de contaminação por patógenos.

A segunda questão está relacionada à identificação de metais tóxicos, que foi respondida por 27 alunos no pré-teste e teve um desempenho bastante satisfatório, conforme o Gráfico 5. A alternativa correta era B foi marcada por 100% dos respondentes, demonstrando que a maioria dos estudantes já possuía conhecimento prévio consistente sobre chumbo e mercúrio associados à poluição ambiental e seus riscos à saúde humana.

Nenhuma marcação foi registrada nas alternativas incorretas, o que reforça a ideia de que os alunos conseguem diferenciar metais essenciais à saúde, como sódio, potássio, cálcio e magnésio, daqueles considerados tóxicos. Esse resultado pode ser atribuído ao fato de que os metais chumbo e mercúrio são frequentemente mencionados em contextos escolares como contaminantes ambientais, o que favorece seu reconhecimento.

Gráfico 5 - Resultado da segunda questão do pré-teste referente a atividade 2.



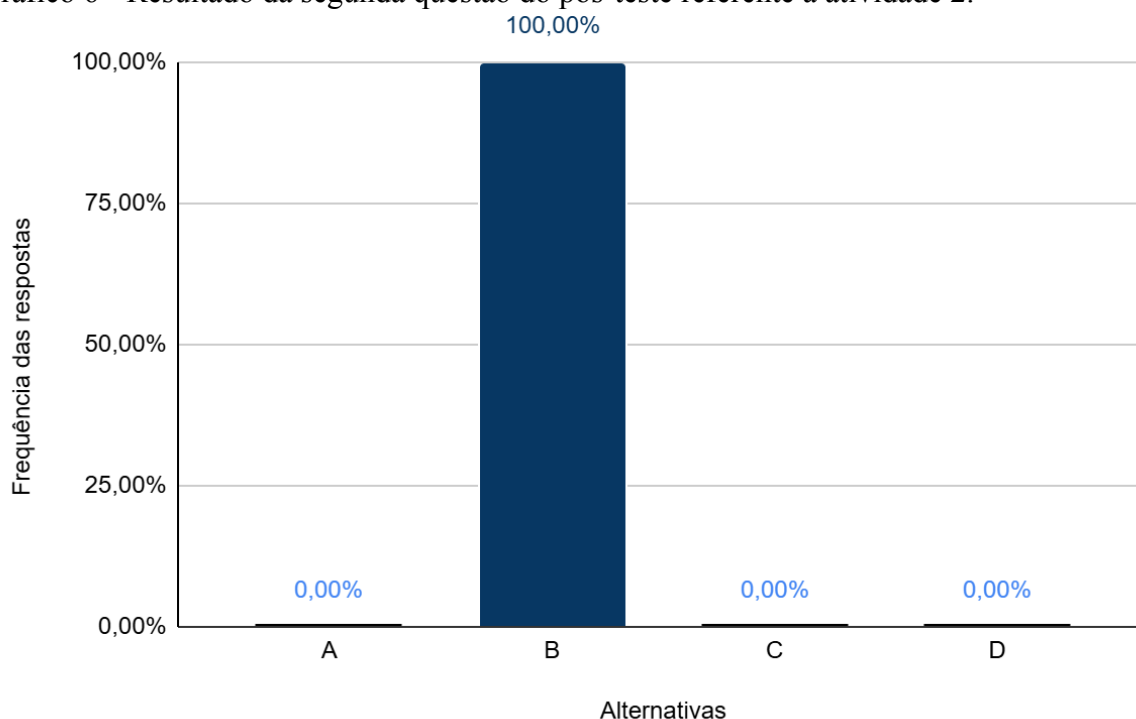
Fonte: Elaborado pela autor.

A segunda questão do pós-teste teve bons resultados como demonstrado no Gráfico 7. No pós-teste, o desempenho foi igualmente mantido entre os 33 participantes, totalizando 100% de acerto em ambas as etapas.

Esse resultado sugere que o conhecimento sobre os efeitos nocivos do chumbo e do mercúrio está bem consolidado entre os alunos, provavelmente por ser um tema frequentemente presente em discussões escolares e também por já ter sido abordado em disciplinas eletivas anteriores. Além disso, a ausência de marcações em todas as alternativas

incorretas reforça a segurança conceitual dos estudantes.

Gráfico 6 - Resultado da segunda questão do pós-teste referente a atividade 2.



Fonte: Elaborado pela autor.

Na terceira questão do pré-teste, 27 alunos responderam sobre os principais riscos à saúde causados pela exposição dos metais tóxicos. As respostas, embora resumidas em uma única palavra, foram variadas, refletindo tanto percepções corretas quanto concepções equivocadas, como visto na Tabela 3.

Tabela 3 - Respostas da terceira questão do pré-teste da avaliação 2.

Respostas	Citações	Respostas	Citações
Morte	10	Dores musculares	3
Queimaduras	9	Tonturas	3
Câncer	9	Vômitos	3
Intoxicação	7	Contaminação	3
Falência dos órgãos	6	Problemas respiratórios	1
Envenenamento	5	Mal-estar	1
Água suja	4	Ataques cardíacos	1
Mal cheiro	4	Afeta o sistema imune	1

Fonte: Elaborado pela autor.

As respostas mais frequentes foram morte, câncer, intoxicação e falência dos órgãos, esses dados indicam que os alunos associam corretamente os metais tóxicos a efeitos

graves. No entanto, 9 alunos associaram metais tóxicos a queimaduras, sendo uma relação fisiologicamente inconsistente, já que metais como chumbo e mercúrio não causam lesões térmicas diretas na pele. Além disso, 4 alunos citaram mal cheiro e água suja como riscos, confundindo fontes de exposição com efeitos à saúde. Sintomas agudos como vômitos e tonturas receberam mais atenção do que danos crônicos como neurológicos, que não foram mencionados por nenhum participante.

Na terceira questão do pós-teste, das 34 pessoas que participaram, apenas 25 responderam à pergunta, sendo que 9 deixaram em branco, isso afetou a análise dos resultados. A ausência de resposta por parte de alguns alunos possivelmente se deve ao cansaço, à falta de tempo ou de comprometimento. A Tabela 4 demonstra os resultados.

Tabela 4 - Respostas da terceira questão do pós-teste da avaliação 2.

Respostas	Frequência	Resposta	Frequência
Problemas respiratórios	7	Náuseas	1
Morte	5	Coceira	1
Envenenamento	3	Contaminação	1
Câncer	3	Sistema nervoso	1
Cólera	3	Sistema digestivo	1
Hepatite	3	Vermelhidão	1
Falência dos órgãos	2	Falta de apetite	1
Dores de cabeça	2	Água suja	1
Feridas	1	Radiação	1
Febre	1	Respostas vagas	3
Queimaduras	1		

Fonte: Elaborado pela autor.

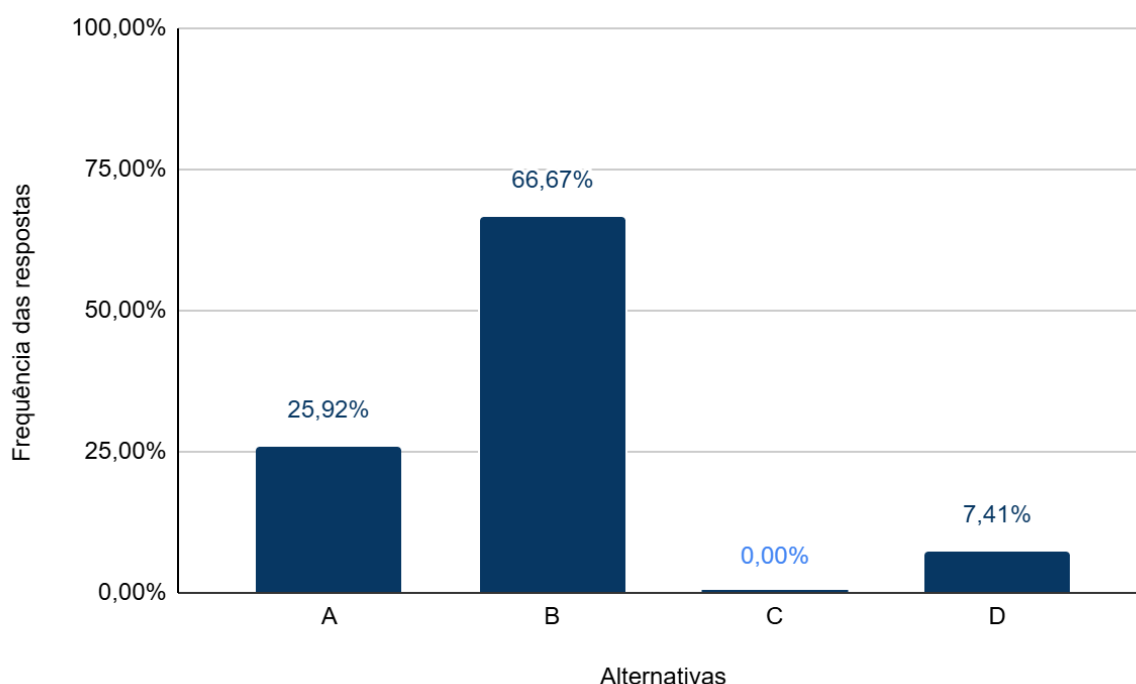
As respostas revelaram uma variação maior de efeitos específicos sobre a saúde. Houve redução expressiva em equívocos graves identificados no pré-teste como queimaduras e água suja. Entretanto, as respostas catastróficas como morte e câncer tiveram declínio, indicando superação de uma visão extremista. Teve uma citação sobre o sistema nervoso e digestivo, e um aumento de citações de problemas respiratórios, alinhando-se a mecanismos toxicológicos dos metais.

A quarta questão sobre a composição da água dura teve como objetivo avaliar o conhecimento dos alunos quanto à presença de cálcio e magnésio na água dura. A alternativa correta B foi assinalada por 18 dos 27 alunos, correspondendo a uma frequência de 66,67% de acertos, conforme o Gráfico 7. Esse resultado é positivo, pois indica que a maioria dos

estudantes possui um entendimento prévio razoável sobre o tema.

No entanto, ainda chama atenção o número de marcações nas alternativas incorretas. Sete alunos, uma frequência de 25,92% optaram por A, o que sugere confusão entre minerais comuns na água potável e aqueles responsáveis diretamente pela dureza da água. Já as alternativas C e D tiveram pequenos índices de marcação, o que indica menor associação desses elementos ao conceito de água dura.

Gráfico 7 - Resultado da quarta questão do pré-teste referente a atividade 2.

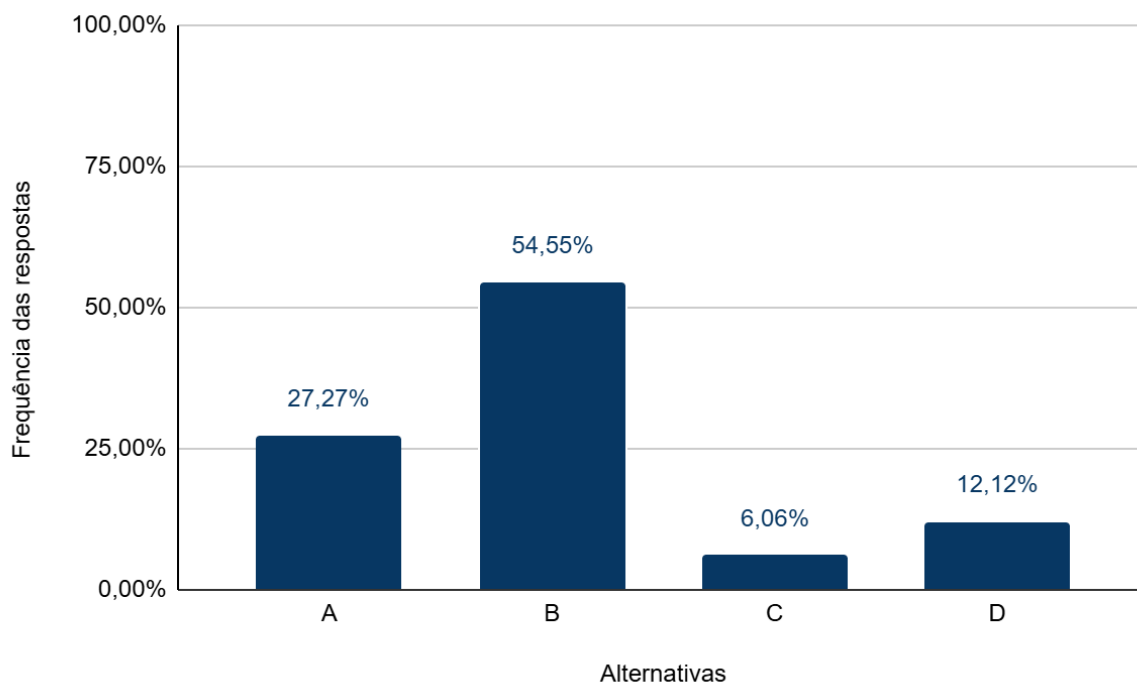


Fonte: Elaborado pela autor.

A quarta questão do pós-teste foi respondida por 33 participantes. No pós-teste, embora o número absoluto de acertos tenha se mantido com 18 marcações, a proporção em relação ao total caiu para 54,55%, evidenciando uma queda relativa no desempenho, conforme o Gráfico 8. Essa diminuição percentual pode indicar que alguns alunos que não participaram do pré-teste tiveram maior dificuldade no pós-teste, que comprometeu a assimilação conceitual entre novos participantes.

Além disso, houve um leve aumento na escolha de alternativas incorretas. A alternativa A, que no pré-teste foi marcada por 25,92%, subiu para 27,27%. Já D dobrou, passando de 2 para 4 marcações. Isso pode indicar dificuldade na distinção entre sais formadores de dureza e metais contaminantes ambientais.

Gráfico 8 - Resultado da quarta questão do pós-teste referente a atividade 2.



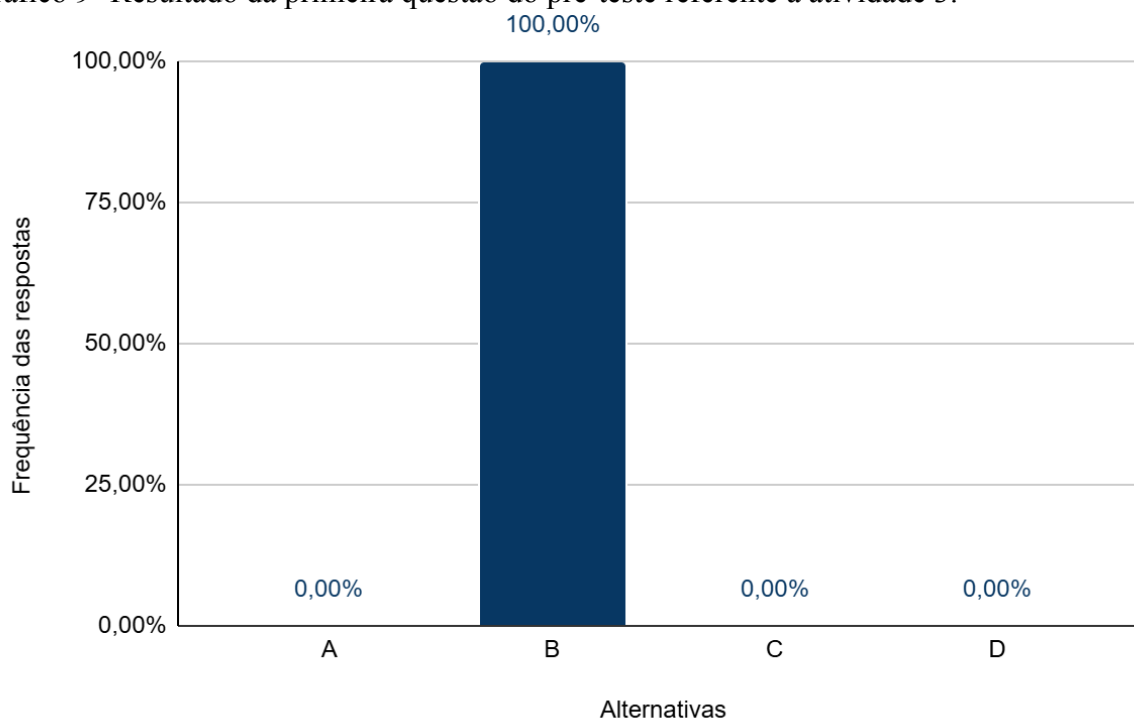
Fonte: Elaborado pela autor.

5.3 Atividade 3

A primeira questão do pré-teste teve como objetivo ver se os alunos compreenderam corretamente a finalidade essencial do tratamento da água para o consumo humano. Com um total de 31 alunos respondentes, todos assinalaram a alternativa correta, o item B, de acordo com o Gráfico 9.

Esse resultado representa um índice de 100% de acerto, evidenciando que os estudantes possuem uma compreensão bem consolidada a respeito da importância do tratamento da água. Nenhuma marcação foi registrada nas demais alternativas, que reforça a ideia de que os alunos já tinham esse conhecimento prévio.

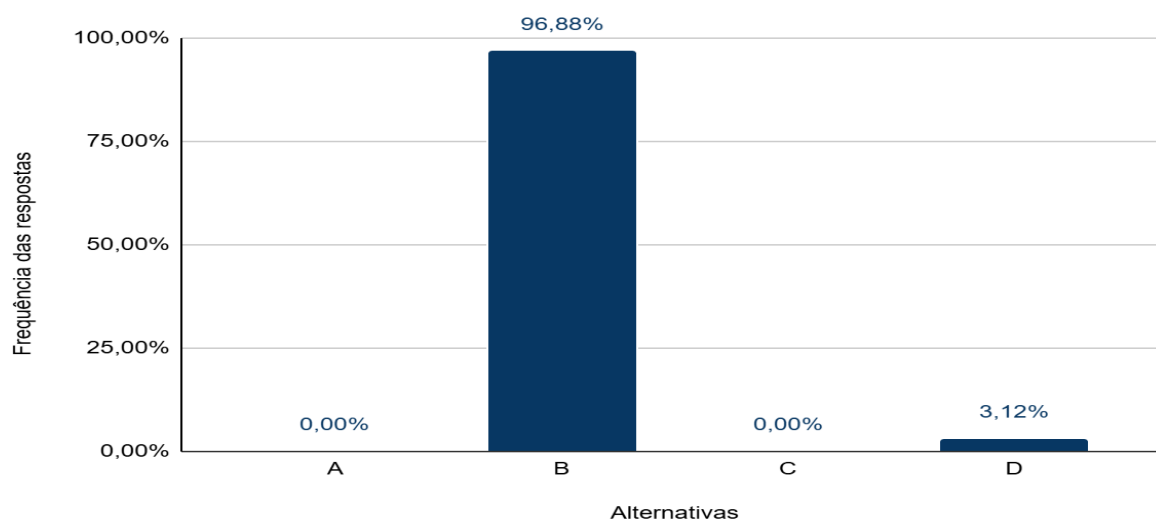
Gráfico 9- Resultado da primeira questão do pré-teste referente a atividade 3.



Fonte: Elaborado pela autor.

A primeira questão do pós-teste teve a participação de 32 alunos, o resultado se manteve extremamente positivo, de acordo com o Gráfico 10. Então, 31 estudantes marcaram a alternativa correta, o que representa 96,88% de acertos. Apenas 1 aluno optou pela alternativa D, essa leve queda percentual em relação ao pré-teste pode ser atribuída à uma interpretação equivocada, mesmo assim, os dados mostram que a intervenção manteve o alto nível de acertos.

Gráfico 10 - Resultado da primeira questão do pós-teste referente a atividade 3.

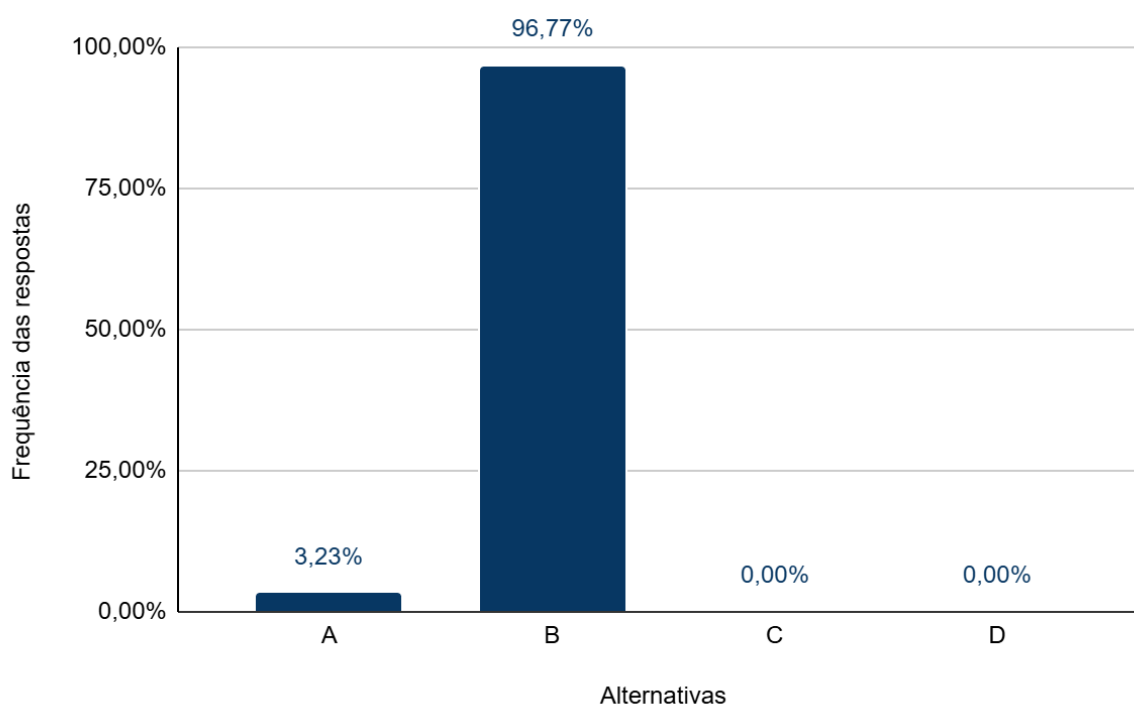


Fonte: Elaborado pela autor.

A segunda questão do pré-teste teve como objetivo avaliar se os alunos reconheciam os riscos à saúde associados ao consumo de água não tratada. A alternativa correta era a B, uma vez que essas enfermidades estão diretamente relacionadas à ingestão de água contaminada por microrganismos patogênicos.

O desempenho dos estudantes foi excelente, 30 dos 31 alunos identificaram corretamente, sendo 96,77% de acertos, de acordo com o Gráfico 11. Esse alto índice de acerto sugere que os estudantes já possuem consciência básica sobre os riscos do saneamento inadequado, o que pode estar associado à presença do tema nos currículos escolares.

Gráfico 11- Resultado da segunda questão do pré-teste referente a atividade 3.

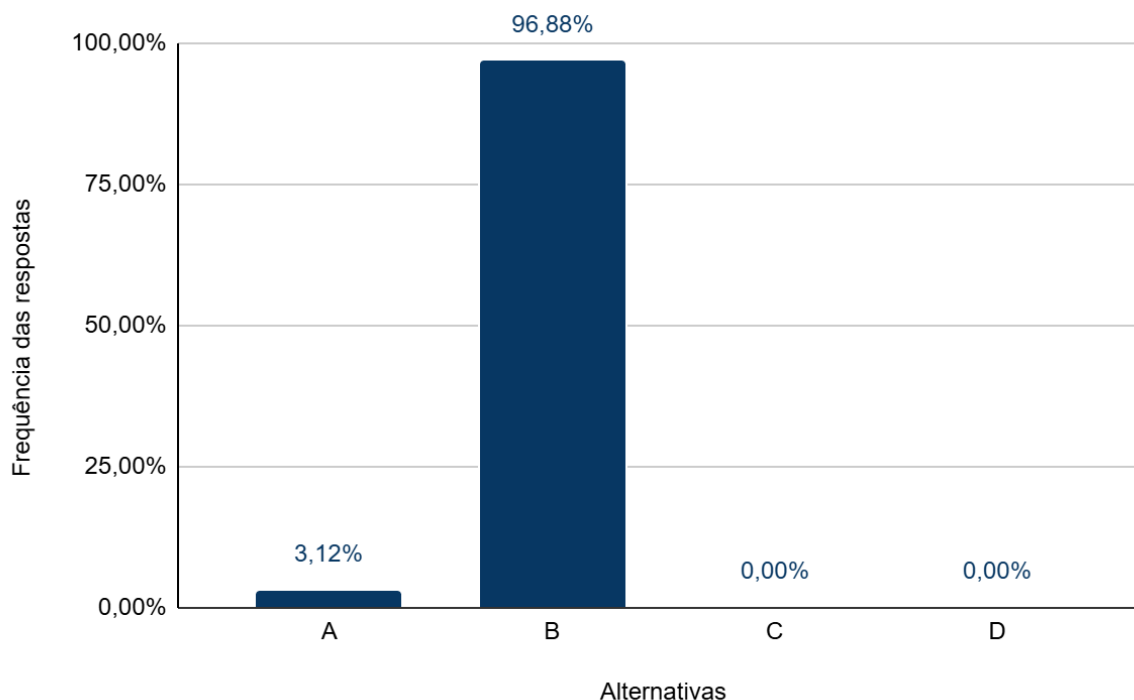


Fonte: Elaborado pela autor

A segunda questão do pós-teste teve a participação de 32 alunos. No pós-teste, com 32 alunos, 31 escolheram a resposta correta, mantendo praticamente o mesmo índice de acerto em 96,88%, de acordo com o Gráfico 12. A manutenção do alto índice de acertos entre o pré e o pós-teste indica que o conteúdo abordado nesta questão, já estava bem compreendido pelos estudantes.

Apenas um aluno marcou incorretamente outra alternativa em cada uma das etapas no pré-teste, a opção A e no pós-teste, a D, o que pode ser explicado por desatenção ao marcar essas respostas.

Gráfico 12 - Resultado da segunda questão do pós-teste referente a atividade 3.

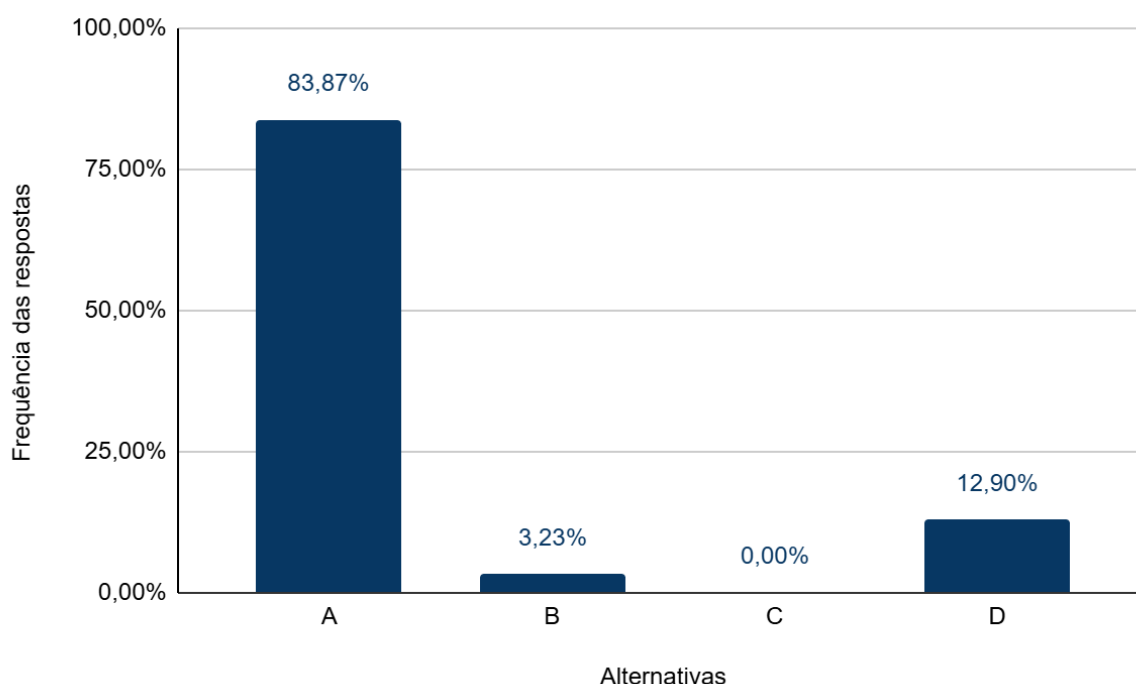


Fonte: Elaborado pela autor.

A terceira questão do pré-teste visava avaliar se os alunos compreendiam a sequência correta das etapas convencionais do tratamento de água em ETA. A alternativa correta é a letra B, sequência que corresponde ao modelo amplamente adotado em sistemas de abastecimento urbano.

Observou-se no Gráfico 13, que dos 31 alunos que responderam, apenas 1 marcou a opção correta. Já 26 alunos, que seria 83,87%, assinalaram a alternativa A, que apresenta a ordem incorreta. Outras 4 respostas foram registradas na alternativa D, que também apresenta etapas fora de sequência lógica. Esse resultado evidencia uma dificuldade entre os alunos quanto à compreensão da ordem correta das fases no tratamento da água. Esse tipo de erro pode estar relacionado à ausência de familiaridade com o assunto e a falta de atividades práticas.

Gráfico 13- Resultado da terceira questão do pré-teste referente a atividade 3.

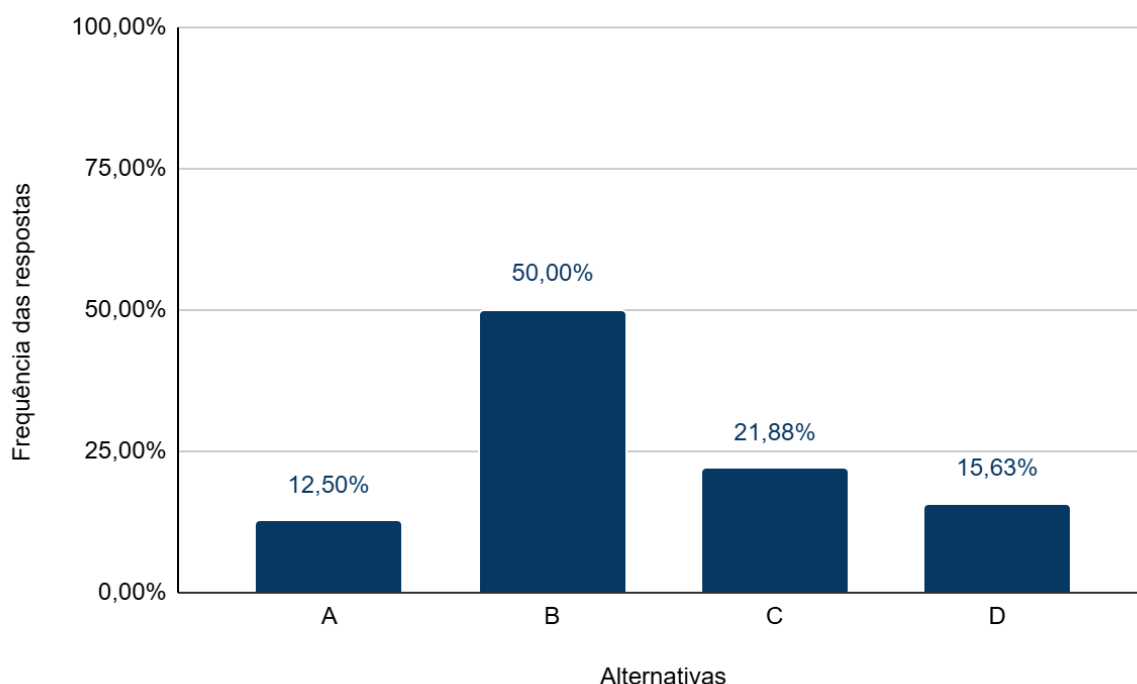


Fonte: Elaborado pela autor.

A terceira questão do pós-teste teve 32 participantes, observou-se um avanço expressivo 50% dos alunos marcaram corretamente a alternativa B, esse dado representa um aumento de 46,77 pontos percentuais em relação ao pré-teste, de acordo com o Gráfico 14. A alternativa C, que não havia sido escolhida anteriormente, apareceu com 21,88% das marcações, enquanto a alternativa D registrou 15,63% e a alternativa A caiu para 12,50%, mostrando uma redução do erro mais comum identificado na etapa anterior. Essa mudança sugere que a atividade teórica, experimental e o Escape Room, tiveram impacto positivo, revertendo equívocos prévios e ampliando a compreensão da sequência correta.

Esses dados sugerem que, apesar de ainda haver dispersão nas respostas, a sequência didática foi eficaz para reverter a resposta equivocada que predominava no pré-teste. Contudo, o fato de metade da turma ainda não ter acertado a sequência correta demonstra a necessidade de reforçar esse conteúdo.

Gráfico 14 - Resultado da terceira questão do pós-teste referente a atividade 3.

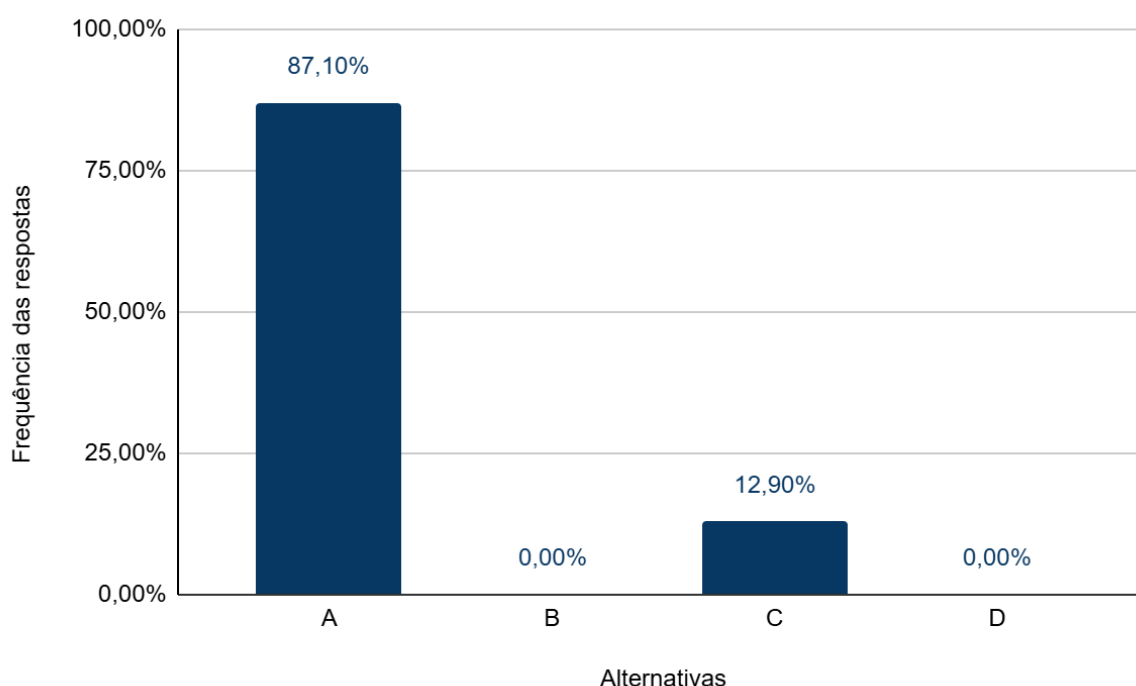


Fonte: Elaborado pela autor.

A quarta questão do pré-teste buscou avaliar se os alunos sabiam identificar corretamente o produto químico utilizado na etapa de coagulação no processo de tratamento de água, houve a participação de 31 alunos. A resposta correta é a alternativa B, substância utilizada para agrupar partículas sólidas em suspensão, facilitando sua remoção nas etapas seguintes do tratamento. Ninguém acertou a resposta, de acordo com o Gráfico 15.

Em torno de 87,10%, marcou incorretamente a alternativa A, que seria um produto relacionado à etapa de desinfecção. Além disso, 4 alunos optaram pela alternativa C, que apesar de ser empregada no tratamento da água, tem função distinta, geralmente associada à correção do pH. Esses dados revelam uma confusão recorrente entre os diferentes compostos químicos utilizados nas diversas etapas do processo de tratamento da água.

Gráfico 15 - Resultado da quarta questão do pré-teste referente a atividade 3.

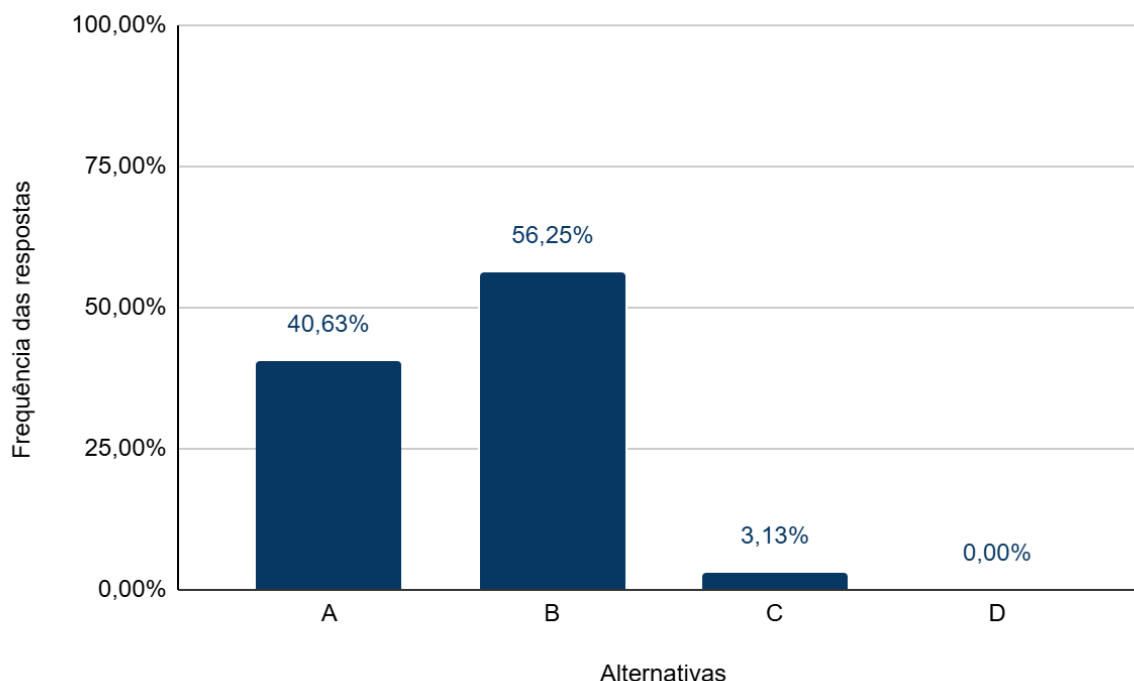


Fonte: Elaborado pela autor.

A quarta questão do pós-teste teve 32 participantes, os resultados do pós-teste demonstraram uma melhora considerável no desempenho da turma, de acordo com o Gráfico 16. Dos 32 alunos que participaram do pós-teste, 56,25% marcaram corretamente a alternativa B, na faixa de 18 alunos. Esse resultado representa uma evolução significativa em comparação ao desempenho anterior.

No entanto, 40,63% ainda persistiram no erro, marcando novamente a alternativa A. Isso indica que, embora a abordagem didática tenha sido parcialmente eficaz, a associação indevida entre cloro e coagulação permanece como um obstáculo de aprendizagem.

Gráfico 16 - Resultado da quarta questão do pós-teste referente a atividade 3.



Fonte: Elaborado pela autor.

A quinta questão do pré-teste foi subjetiva, teve como objetivo refletir sobre medidas emergenciais que podem ser adotadas quando uma comunidade não tem acesso à água tratada. Das 31 respostas da questão, predominaram estratégias individualizadas e assistencialistas, como visto no Quadro 7.

Quadro 7 - Exemplos das respostas da quinta questão do pré-teste da avaliação 3.

Alunos	Exemplos das respostas do aluno
Aluno 1	“A compra de água filtrada para consumo, campanhas de doação dedicada a esses casos e busca saneamento básico com as autoridades.”
Aluno 2	“Comprar água tratada, utilizar poços e tentar filtrar a água manualmente.”
Aluno 3	“Pode ser usado caminhão pipa e caixa d'água”
Aluno 4	“Deve chamar os profissionais para cuidar do procedimento, não beber, não tomar banho e não usar a comida.”
Aluno 5	“Usar filtros caseiros.”

Fonte: Elaborado pela autor.

Há uma percepção prática por parte dos estudantes, com destaque para sugestões como o uso de filtros caseiros e filtragem manual da água, além da compra de água tratada, citada por uma grande parte dos participantes. Outras medidas mencionadas incluíram o uso de caminhões-pipa e caixas d'água, perfuração de poços e campanhas de doação para o

fornecimento emergencial de água potável. Alguns estudantes também demonstraram preocupação com o uso da água contaminada no preparo de alimentos e na higiene, sugerindo que a população fosse orientada a evitar o consumo direto e acionar as autoridades responsáveis.

Por fim, na quinta questão do pós-teste, das 34 pessoas que participaram, apenas 26 responderam à pergunta, enquanto 9 deixaram a resposta em branco, o que comprometeu parcialmente a análise dos resultados. O Quadro 8 demonstra alguns exemplos das respostas dos alunos.

Quadro 8 - Exemplos das respostas da quinta questão do pós-teste da avaliação 3.

Alunos	Exemplos das respostas do aluno
Aluno 1	“A minha comunidade tem acesso à água tratada, mas se não tivesse, falaria com as autoridades para melhorar o tratamento.”
Aluno 2	“Devem chamar os profissionais qualificados para fazerem todo o processo. Não beber água, não utilizar para cozinhar alimentos.”
Aluno 3	“Fazer um filtro caseiro que será usado para filtrar água.”
Aluno 4	“Criar uma unidade de tratamento de água.”
Aluno 5	“Examinar o pH da água e tentar tratar ela para se tornar bebível.”

Fonte: Elaborado pela autor.

Então, a alternativa mais citada foi a construção de filtros caseiros. Destacam-se também respostas que sugerem ações técnicas, como a criação de uma unidade de tratamento de água e o exame do pH da água, demonstrando uma ampliação do entendimento sobre o tema. Além disso, alguns alunos abordaram medidas preventivas, como não beber ou utilizar a água contaminada no preparo de alimentos, indicando maior clareza sobre os riscos sanitários envolvidos. Alguns participantes mencionaram a ação junto às autoridades públicas, o que também mostra o reconhecimento do papel do estado na resolução desse tipo de problema. Os dados evidenciam que a intervenção promoveu um melhoramento conceitual.

5.4 Questionário de sondagem

O questionário de sondagem, respondido por 28 alunos após a atividade do Escape Room, revelou resultados significativos sobre a eficácia da metodologia no ensino dos temas abordados. A análise combinou dados quantitativos, permitindo uma avaliação abrangente. A sondagem buscou compreender não apenas o nível de engajamento dos

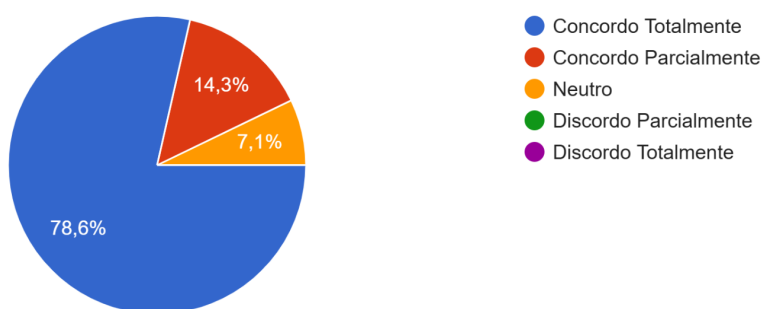
participantes, mas também identificar os conteúdos relacionados ao tratamento da água e à conscientização ambiental.

A primeira afirmação mostra que 92,9% dos alunos concordaram sobre ter maior conscientização sobre os impactos do esgoto não tratado após a atividade do Escape Room, como visto no Gráfico 17. Apenas 7,1% mantiveram-se neutros, enquanto nenhum participante discordou da afirmação. Esse resultado evidencia a eficácia da metodologia em sensibilizar os estudantes para questões ambientais, particularmente no que diz respeito à poluição hídrica. A alta taxa de concordância sugere que a sequência didática potencializou a compreensão dos efeitos negativos do lançamento de esgoto. Isso está de acordo com estudos de Ferreira et al. (2024), que ressaltam o uso de jogos como estratégia eficaz para mudança de comportamento ambiental.

Gráfico 17 - Resultado da afirmação 1 no questionário de sondagem.

Após as atividades, estou mais consciente sobre os impactos do esgoto não tratado em rios e lagos.

28 respostas



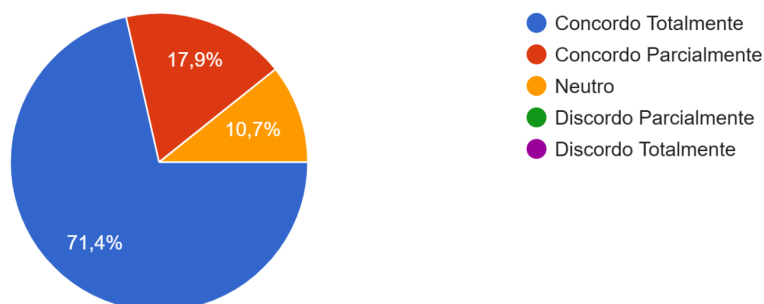
Fonte: Elaborado pela autor.

Na segunda afirmação da sondagem, que avaliou a capacidade dos alunos em diferenciar água dura e mole após os experimentos realizados, observou-se que 71,4% concordaram totalmente com a afirmação, como visto no Gráfico 18. Esse resultado demonstra que as atividades práticas foram eficazes na construção do conhecimento. Esse resultado está alinhado com a pesquisa de Silva e Oliveira (2022), que destacam a importância da experimentação como ferramenta didática eficaz no ensino de Química, promovendo maior compreensão conceitual dos estudantes.

Gráfico 18 - Resultado da afirmação 2 no questionário de sondagem.

Consigo diferenciar água dura e mole com base nos experimentos realizados.

28 respostas



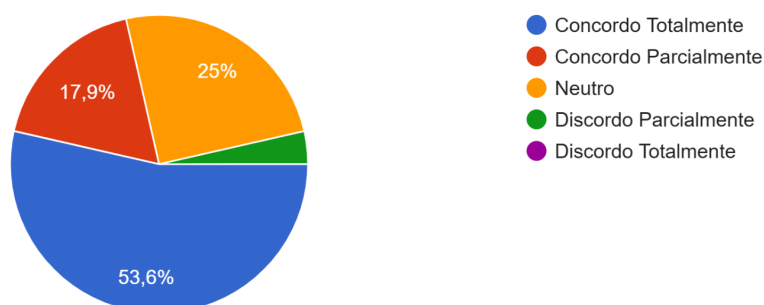
Fonte: Elaborado pela autor.

A terceira afirmação avaliou a capacidade dos alunos em identificarem métodos práticos para detectar metais tóxicos na água, revelou que 53,6% concordaram totalmente com a afirmação, como visto no Gráfico 19. Contudo, chama atenção a expressiva parcela de 25% neutros e 3,6% discordantes, indicando lacunas na assimilação dos métodos. Essa divergência pode refletir a complexidade dos métodos analíticos de detecção (VOGEL, 1981), uma vez que esses procedimentos geralmente exigem múltiplas etapas.

Gráfico 19 - Resultado da afirmação 3 no questionário de sondagem.

Sei identificar métodos práticos para detectar a presença de metais tóxicos na água.

28 respostas



Fonte: Elaborado pela autor.

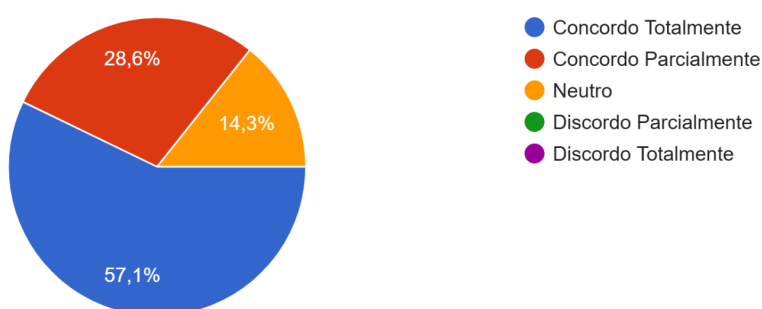
Na quarta afirmação do questionário de sondagem, foi avaliado se os alunos se sentem capazes de compreender as etapas do tratamento da água. Então, entre os estudantes que responderam, 57,1% concordaram totalmente e 28,6% concordaram parcialmente, totalizando 85,7% de percepção positiva quanto à aprendizagem do conteúdo. Esse resultado

indica que o Escape Room, teve impacto significativo na construção do conhecimento. Esse elevado índice reforça a pesquisa de Mortimer e Machado (2020), que destacam o potencial de desafios contextualizados para favorecer a aprendizagem no ensino de Química. Contudo, os 14,3% neutros indicam que parte dos alunos não consolidou o conhecimento, possivelmente devido à complexidade na integração das múltiplas etapas.

Gráfico 20 - Resultado da afirmação 4 no questionário de sondagem.

Consigo compreender as etapas do tratamento de água após o desafio.

28 respostas



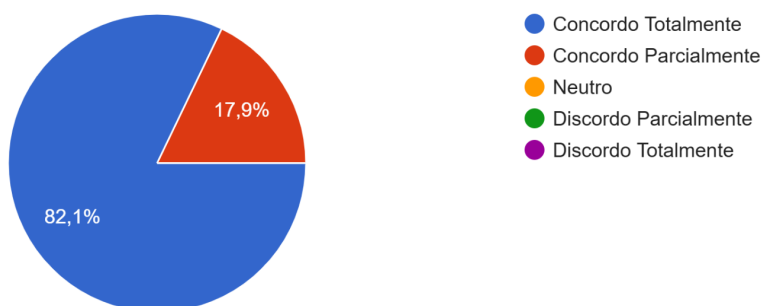
Fonte: Elaborado pela autor.

A quinta afirmação da sondagem avaliou se a montagem do filtro caseiro auxiliou os alunos a compreenderem a remoção de impurezas da água. Houveram resultados expressivos, como visto no Gráfico 21. Dos alunos participantes, 82,1% concordaram totalmente com a afirmação, enquanto 17,9% concordaram parcialmente, totalizando 100% de respostas positivas. Essa unanimidade demonstra que a atividade prática foi muito eficaz, corroborando com a pesquisa de Mortimer e Machado (2002), que defendem que a manipulação de materiais concretos contribui significativamente para converter princípios teóricos em conhecimento internalizado.

Gráfico 21 - Resultado da afirmação 5 no questionário de sondagem.

A montagem do filtro caseiro me ajudou a entender como funciona a remoção de impurezas da água.

28 respostas



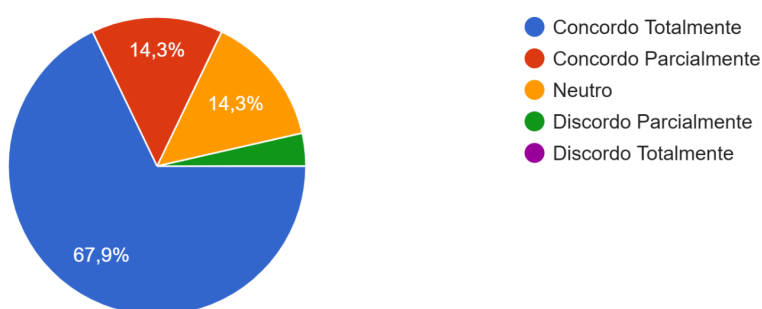
Fonte: Elaborado pela autor.

A afirmação 6 do questionário de sondagem investigou o impacto dos experimentos laboratoriais no interesse dos alunos pelo tema. De acordo com o Gráfico 22, 67,9% afirmaram concordar totalmente com a afirmação, sinalizando que as atividades experimentais desempenharam papel fundamental na motivação dos estudantes. Esses dados corroboram estudos de Zômpero e Laburú (2011) que defendem que o laboratório, quando usado de maneira contextualizada, proporciona experiências significativas aos alunos.

Gráfico 22 - Resultado da afirmação 6 no questionário de sondagem.

Os experimentos no laboratório aumentaram meu interesse pelo tema.

28 respostas



Fonte: Elaborado pela autor.

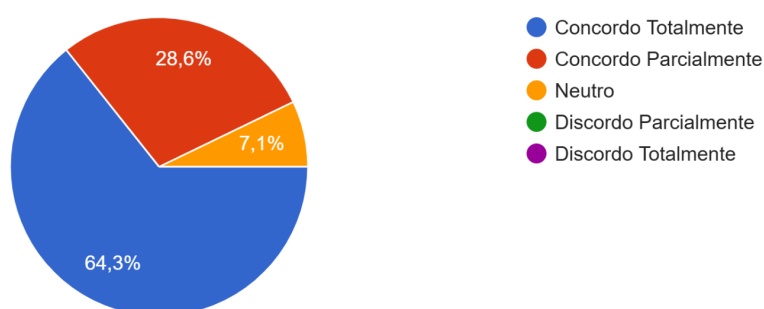
Na sétima afirmação do questionário de sondagem, os alunos avaliaram se a dinâmica em grupo facilitou a troca de conhecimentos e a resolução dos desafios propostos. Os resultados demonstraram que 64,3% dos participantes concordaram totalmente, enquanto 28,6% concordaram parcialmente com a afirmativa, como visto no Gráfico 23. Esses dados

revelam a importância do trabalho colaborativo em contextos de aprendizagem ativa. A expressiva maioria dos alunos reconheceu o valor da interação em grupo como elemento facilitador na construção do conhecimento. Isso está de acordo com os estudos de Vygotsky (1978), que afirma que o conhecimento é socialmente construído, sendo a interação entre pares um componente essencial no desenvolvimento cognitivo.

Gráfico 23 - Resultado da afirmação 7 no questionário de sondagem.

A dinâmica em grupo facilitou a troca de conhecimentos e a resolução dos desafios.

28 respostas



Fonte: Elaborado pela autor.

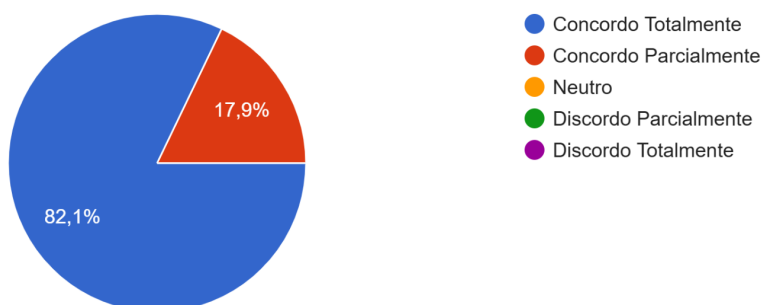
Na oitava afirmação do questionário de sondagem os dados evidenciam que 82,1% dos participantes concordaram totalmente que o Escape Room tornou o aprendizado mais interativo do que as aulas tradicionais, de acordo com o gráfico 24. Essa percepção unânime está de acordo com os estudos que atribuem às dinâmicas de Escape Room educacional, um potencial imenso para engajar aprendizes através de experiências imersivas e resolução colaborativa de problemas.

Conforme observado por Nicholson (2015), a estrutura sequencial dessa metodologia ativa estimula a motivação intrínseca e a aplicação prática de conhecimentos, superando os modelos expositivos tradicionais. A alta adesão alinha-se ainda a pesquisas como a de Veldkamp et al. (2020), que demonstram em meta-análise que Escape Rooms elevam significativamente o engajamento e a retenção de conteúdos em contextos educacionais, pois transformam o aprendiz em agente ativo do processo.

Gráfico 24 - Resultado da afirmação 8 no questionário de sondagem.

O Escape Room tornou o aprendizado mais interativo do que aulas tradicionais.

28 respostas



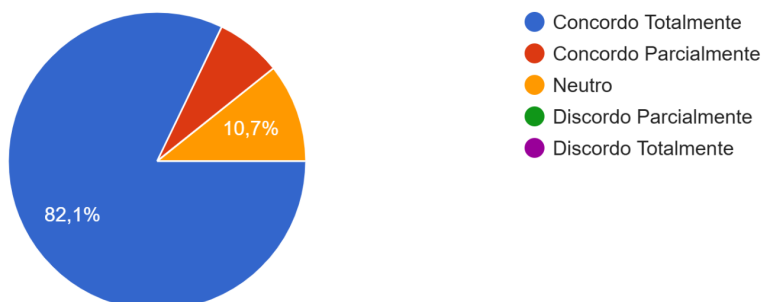
Fonte: Elaborado pela autor.

A nona afirmação, que perguntava se os alunos recomendariam a atividade para outras turmas, revelou um ponto extremamente positivo à metodologia aplicada. Dos participantes, 82,1% concordaram totalmente e 10,7% concordaram parcialmente, de acordo com o Gráfico 25. Esse padrão alinha-se ao conceito de intenção de reutilização do Modelo de Aceitação de Tecnologia (MAT), onde taxas superiores a 75% configuram adoção bem-sucedida (VENKATESH; DAVIS, 2000). Com isso, os altos índices de recomendação observados entre os alunos indicam não apenas o êxito da atividade em termos de aprendizagem, mas também sua viabilidade como prática pedagógica replicável em outros contextos educacionais.

Gráfico 25 - Resultado da afirmação 9 no questionário de sondagem.

Recomendaria esta atividade para outras turmas.

28 respostas



Fonte: Elaborado pela autor.

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos ao longo desta pesquisa demonstraram de forma significativa o potencial das metodologias ativas, no caso o Escape Room educativo, para promover a aprendizagem de temas relacionados ao saneamento básico e ao tratamento de água. A análise comparativa entre os dados do pré e pós-teste revelou avanços relevantes na compreensão conceitual dos estudantes, sobretudo em tópicos como tratamento da água, diferenciação entre água dura e mole, e os riscos associados ao consumo de água não tratada.

Os dados indicaram uma melhora nos índices de acertos nas questões conceituais após a realização das atividades. Por exemplo, o aumento de respostas corretas sobre o elemento usado na coagulação e a ordem correta das etapas em uma ETA revela que os experimentos e as dinâmicas em grupo contribuíram efetivamente para a fixação dos conteúdos.

As análises das atividades indicou não apenas o desenvolvimento conceitual dos alunos, mas também ganhos atitudinais, como maior conscientização socioambiental e crítica social. A maioria dos estudantes relatou se sentir mais motivada e envolvida com a proposta, destacando a interatividade e o caráter desafiador como elementos diferenciais em comparação ao ensino tradicional. Além disso, os altos índices de recomendação da atividade para outras turmas reforçam a eficácia da estratégia como ferramenta replicável em diferentes contextos escolares.

Por fim, sabendo que o objetivo principal da pesquisa era propor a utilização de uma abordagem lúdica e interativa, por meio do jogo Escape Room, como ferramenta educativa para conscientização e tratamento da água no ensino de Química, pode-se concluir que esse objetivo foi alcançado. A utilização do Escape Room mostrou-se eficaz, como foi bem planejada aos objetivos de aprendizagem, demonstrou potencial para favorecer a colaboração, a resolução de problemas e a internalização de conceitos, alinhando-se aos estudos contemporâneos sobre as metodologias ativas.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

AUSUBEL, David P. **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BACICH, L.; MORAN, J. (Org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: Uma abordagem teórico-prática**. 2. ed. Porto Alegre: Penso Editora, 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: edições, v. 70, 1977.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 jan. 2007.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Estabelece o Marco Legal do Saneamento Básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Diário Oficial da União, Brasília, DF, ed. 135-A, seção 1, p. 1, 16 jul. 2020.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **Recursos hídricos**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mre/pt-br/assuntos/desenvolvimento-sustentavel-e-meio-ambiente/meio-ambiente-e-mudanca-do-clima/recursos-hidricos#:~:text=O%20Brasil%20det%C3%A9m%2012%25%20das,bacias%20hidrogr%C3%A1ficas%20e%20de%20aqu%C3%ADferos>. Acesso: 26/01/2025.

BRASIL ESCOLA. **Separação de misturas e simulação de tratamento de água**. 2025. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/separacao-misturas-simulacao-tratamento-Agua.htm>. Acesso em: 25 /05/ 2025.

CAGECE. Companhia de Água e Esgoto do Ceará. **Água**. 2024. Disponível em: <https://www.cagece.com.br/produtos-e-servicos/agua/>. Acesso: 24/04/2025.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo: Relatório 2022. São Paulo: CETESB, 2023. Disponível em: <https://boletimdosaneamento.com.br/wp-content/uploads/2023/10/Relatorio-de-Qualidade-das-Aguas-Interiores-CETESB-2022.pdf>. Acesso: 25/04/2025.

CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. P. **Pesquisa de métodos mistos**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

DEUS, J.; PRADO, M. **O uso de Escape Rooms no ensino de Química: uma abordagem lúdica para aprendizagem significativa**. Revista Multidisciplinar de Ensino, v. 5, n. 2, p. 45-60, 2023. Disponível em:

<https://cajapio.ufma.br/index.php/ens-multidisciplinaridade/article/view/21897>. Acesso em: 28/01/2025

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2018.

FERREIRA, Willian José; TARGA, Marcelo dos Santos; RICHETTO, Kátia Celina da Silva; SPEDO, Gabriella Reis Carrer. **Gamificação e Educação Ambiental: Desafios e perspectivas para a sensibilização e mudança de atitudes rumo a um futuro sustentável**. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 25, n. 100, p. 291–306, 2024. DOI: [10.14393/RCG2510071267](https://doi.org/10.14393/RCG2510071267). Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/71267>. Acesso: 23/ 06/2025.

FIELD, A. **Discovering statistics using IBM SPSS statistics**. 5th ed. London: Sage, 2017.

FIGUEIRÊDO, S. S. M.; PINTO, L. A.; OLIVEIRA, L. S.; MENEZES, J. M. C.; PAULA FILHO, F. J. **Panorama das indústrias galvânicas de Juazeiro do Norte, Ceará: com ênfase nos teores de metais-traço nos efluentes e resíduos sólidos**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 26, n. 6, p. 1111–1121, nov./dez. 2021.

GIORDAN, M. **O papel da experimentação no ensino de ciências**. Química Nova na Escola, n. 10, p. 43-49, 1999.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Um cenário que não muda no Brasil: 90 milhões de pessoas não têm acesso à coleta de esgoto**. Exame, 20 mar. 2024. Disponível em: <https://exame.com/brasil/um-cenario-que-nao-muda-no-brasil-90-milhoes-de-pessoas-nao-tem-acesso-a-coleta-de-esgoto>. Acesso em: 01/ 07/ 2025.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: EdUSP, 2016.

LIKERT, R. A **Technique for the measurement of attitudes**. Archives of Psychology, v. 22, n. 140, p. 1-55, 1932.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química**. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.

MITRE, S. M.I; SIQUEIRA-BATISTA, R.; GIRARDIDE MENDONÇA, J. M.; MORAISPINTO, N. M.; MEIRELLES, C.A.B.; PINTO-PORTO, C.; MOREIRA, T.; HOFFMANN, L. M. Al. **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais**. Ciências e Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 13, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/9M86Ktp3vpHgMxWTZXScRKS/> Acesso: 26/01/2025

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química para o Ensino Médio: volume único**. São Paulo: Scipione, 2002.

NICHOLSON, S. **Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities**. *Simulation & Gaming*, v. 46, n. 1, p. 9-24, 2015.

OLIVEIRA, Débora Carvalho da Silva; AZEVEDO, Paulo Gabriel Ferreira de; CAVALCANTI, Luiz Antônio Pimentel. **Processos biológicos para o tratamento de efluentes: uma revisão integrativa**. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 8, n. 18, p. 397–415, 2021. Disponível em: https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2022/02/Artigo_processo-biologicos-par-a-tratamento-de-efluentes.pdf. Acesso: 25/04/2025.

ONU. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2023**. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2023/03/1811712> Acesso: 26/01/2025

PIMENTA NETTO, A. **Gamificação e Química: O uso de Escape Rooms no Ensino Médio para promover o letramento científico**. *Revista de Metodologias Ativas no Ensino de Ciências*, v. 3, n. 4, p. 112-130, 2020. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/24746>. Acesso: 28/01/2025.

ROCHA, J. S.; GIRÃO, F. A. L.; MENDES, L. S. A. dos S.; GIRÃO, D. de C.; MAGALHÃES, G. V. V.; LIMA, A. C. A. de; BARROSO, P. M. **BIOACUMULAÇÃO DE METAIS PESADOS EM PEIXES: IMPACTOS SOBRE A SAÚDE HUMANA E MEIO AMBIENTE**. *Ciência Animal, [S. l.]*, v. 33, n. 1, p. 40–43, 2023. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/view/11312>. Acesso: 25/04/2025.

SILVA, M.; OLIVEIRA, R. **O impacto da experimentação no ensino de química**. *Revista Educação Científica*, v. 15, p. 45-60, 2022.

SOUZA, Bruno Estevão; COLDEBELLA, Anderson; REIDEL, Adilson. **Qualidade da água**. Rede e-Tec/Instituto Federal Paraná, Curitiba: 2011.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

VELDKAMP, A. et al. **Escape boxes: Bringing escape room experience into the classroom**. *British Journal of Educational Technology*, v. 51, n. 4, p. 1220-1239, 2020.

VENKATESH, V.; DAVIS, F. D. **A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies**. *Management Science*, v. 46, n. 2, p. 186-204, 2000.

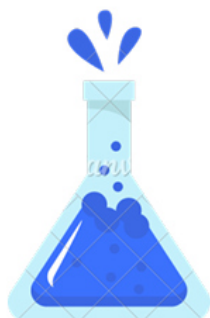
VOGEL, Arthur I. **Análise Química Qualitativa**. 6. ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes**. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

ZICHERMANN, Gabe; CUNNINGHAM, Christopher. **Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2011.

ZÔMPERO, Andréia de Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. **As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa**. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, v. 5, n. 2, p. 12–19, 2010.

APÊNDICE A – MANUAL DE PRÁTICAS



MANUAL



Sumário

Água..... 3

Qualidade da água..... 4

Chumbo..... 5

Mercúrio..... 6

Dureza da água..... 7

Tratamento da água..... 8

Identificação.....9

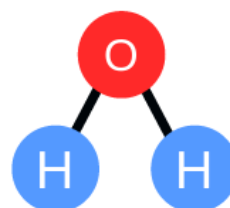
Fim.....12



Água

• A água é o líquido mais abundante do planeta Terra. Cobre aproximadamente 75% da superfície terrestre. Embora considerada apenas como um “bem de consumo”, a água é indispensável para a sobrevivência de todos os organismos terrestres. Apesar de ser abundante no planeta, apenas 2,3% da água doce está disponível, sendo que uma parte dela já se encontra poluída e imprópria para uso.

• A estrutura molecular da água é composta por um átomo de oxigênio ligado a dois átomos de hidrogênio. Uma característica existente nas moléculas da água é a sua ligação covalente e suas interações intermoleculares de ligações de hidrogênio, o que faz da água uma substância considerada estável.



3

Qualidade da água

- A qualidade da água é determinada ao se avaliar um conjunto de características físicas, químicas e biológicas e suas interações.
- As exigências da qualidade da água variam de acordo com a finalidade do uso (ex.: consumo humano, cultivo de peixes, etc.). Sendo assim, ela deverá atender uma maior ou menor série de requisitos em função da finalidade de seu uso.
- Uma água destinada ao consumo humano deve apresentar uma melhor qualidade de água do que uma água de reuso destinada à lavagem de ruas e calçadas.
- Para se determinar a qualidade da água avaliamos as características físicas, químicas, biológicas e suas interações. Nesse manual vamos analisar de maneira qualitativa os metais tóxicos como: Chumbo e mercúrio e a Dureza da água.



4

Chumbo - Pb

Símbolo e Número Atômico: O chumbo é representado pelo símbolo químico "Pb" e possui o número atômico 82 na tabela periódica;

Propriedades físicas: O chumbo é um metal pesado de cor cinza-azulada. É maleável e tem uma densidade elevada, tornando-o útil em aplicações de construção e como material de proteção contra radiação.

Toxicidade: O chumbo é tóxico para seres humanos e outros organismos. A exposição ao chumbo pode causar danos ao sistema nervoso, problemas de desenvolvimento em crianças, e uma série de outros problemas de saúde. Como resultado, regulamentações rigorosas foram estabelecidas para limitar a exposição ao chumbo.

Aplicações: Historicamente, o chumbo foi amplamente utilizado em uma variedade de aplicações, incluindo encanamentos, tintas, combustíveis e munições. No entanto, devido a preocupações com a toxicidade, muitos desses usos foram reduzidos ou eliminados.

Dureza da água

- A dureza total da água representa a concentração de íons metálicos livres, principalmente os íons cálcio e magnésio presentes na água, sendo expressa normalmente em equivalentes de CaCO_3 (mg de CaCO_3/L).
- Caracterização da água quanto ao grau de dureza em função da quantidade de CaCO_3 presente na mesma:

Água mole : 0 - 75 mg/L

Água moderadamente dura: 75 - 150 mg/L

Água dura: 150 - 300 mg/L

Água muito dura: > 300 mg/L

- Apesar dessa classificação não apresentar uma aplicação biológica, é muito utilizada no tratamento da água, uma vez que águas muito alcalinas apresentam um gosto desagradável ao paladar humano.

Mercúrio - Hg

Símbolo e Número Atômico: O símbolo químico do Mercúrio é Hg e seu número atômico é 80 na tabela periódica dos elementos.

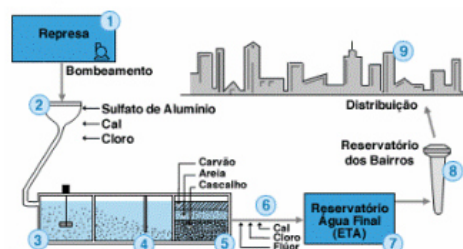
Estado Físico: À temperatura ambiente, o Mercúrio é o único metal que é líquido. Ele permanece no estado líquido em uma ampla faixa de temperaturas, com um ponto de fusão de $-38,83^\circ\text{C}$ e um ponto de ebulição de $356,73^\circ\text{C}$.

Toxicidade: Mercúrio é altamente tóxico para os seres humanos e muitos outros organismos. A exposição a vapores ou compostos de mercúrio pode causar danos graves ao sistema nervoso, rins e outros órgãos. Por esse motivo, o manuseio e a disposição do mercúrio são regulamentados estritamente em muitos países.

Aplicações: O mercúrio, apesar de ser tóxico, foi amplamente utilizado em termômetros, barômetros e interruptores elétricos devido à sua capacidade de expandir-se uniformemente com as mudanças de temperatura. No entanto, devido a preocupações ambientais e de saúde, seu uso foi significativamente reduzido em muitas aplicações.

Tratamento da água

- O tratamento de água é um processo essencial para garantir que a água seja segura para consumo humano, industrial ou agrícola. Ele envolve várias etapas que removem impurezas, microrganismos e contaminantes.

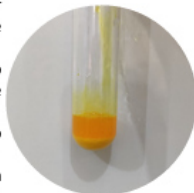


- Coagulação:** Adição de produtos químicos (como sulfato de alumínio) para agrupar partículas pequenas e suspensas.
- Floculação:** Mistura lenta para formar flocos maiores, facilitando sua remoção.
- Decantação:** Os flocos formados são depositados no fundo de tanques por ação da gravidade, separando-se da água.
- Filtração:** A água passa por filtros (areia, carvão ativado, cascalho) para remover partículas menores e impurezas.
- Desinfecção:** Adição de cloro para eliminar bactérias, vírus e outros microrganismos.

IDENTIFICAÇÃO:

• Teste para identificação de Chumbo:

1. Adicione 10 gotas da amostra a ser testada em um tubo de ensaio limpo e seco;
2. Adicione 5 gotas de ácido acético (CH_3COOH) à amostra no tubo de ensaio;
3. Adicione 2 gotas de solução de cromato de potássio (K_2CrO_4) ao tubo de ensaio;
4. Se ocorrer a formação de um precipitado amarelo na solução, isso indica a presença de íons de chumbo (Pb^{2+}) na amostra.



• Teste para identificação de Mercúrio:

1. Adicione 10 gotas da amostra a ser testada em um tubo de ensaio limpo e seco;
2. Adicione 2 gotas de solução de hidróxido de amônio (NH_4OH) ao tubo de ensaio;
3. Se ocorrer a formação de um precipitado branco na solução, isso indica a presença de íons de mercúrio (Hg^{2+}) na amostra.



9

• Teste para tratamento de água :

1. Adicione água suja a ser testada em um béquer de ensaio limpo e seco;
2. Adicione uma pequena quantidade de sulfato de alumínio à água suja.
3. Misture bem com um bastão ou colher por alguns minutos.
4. Deixe a mistura em repouso por 15-20 minutos. Durante esse tempo, o sulfato de alumínio fará com que as partículas sólidas se aglomerem (floculação), formando flocos que se depositam no fundo do recipiente.
5. Despeje lentamente a água coagulada (evitando os flocos sedimentados no fundo) no filtro caseiro montado.
6. Observe a água passando pelas camadas de cascalho, areia e carvão, sendo filtrada.
7. A água que passa pelo filtro será coletada na parte inferior da garrafa PET. Compare a aparência da água antes e após a filtração.
8. Adicione uma pequena quantidade água sanitária (0,05%) na água

11

• Teste para dureza da água :

1. Adicione 10 gotas da amostra a ser testada em um tubo de ensaio limpo e seco;
2. Em cada recipiente, gotas de detergente líquido.
3. Use a mesma quantidade de detergente para todas as amostras.
4. Misture bem cada amostra com uma colher ou bastão.
5. Observe atentamente:

• **Água Mole:** Formará espuma rapidamente e sem resíduos visíveis.

• **Água Dura:** Formará pouca ou nenhuma espuma, e aparecerá uma camada esbranquiçada ou precipitado (devido à reação do sabão com os íons de cálcio e magnésio).

• Construção do Filtro Caseiro :

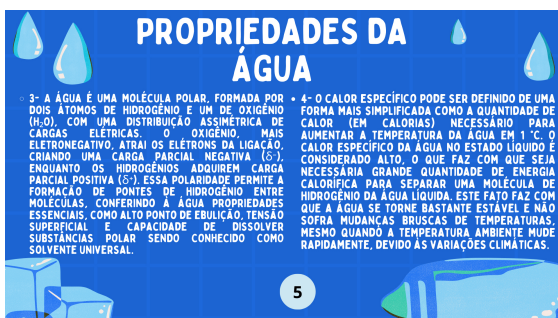
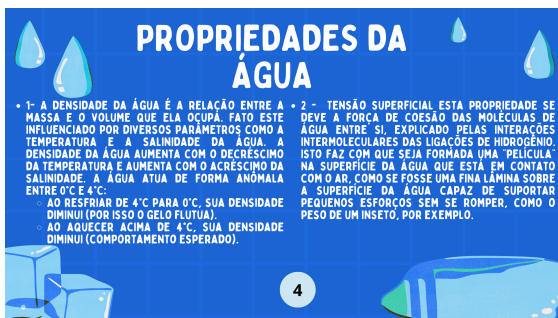
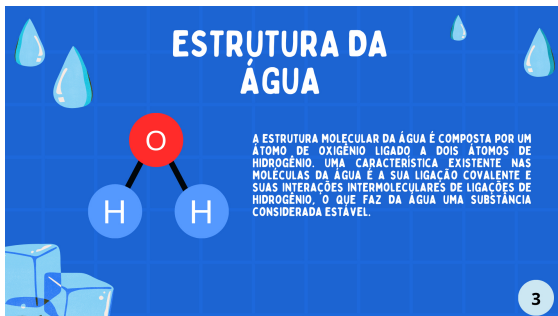
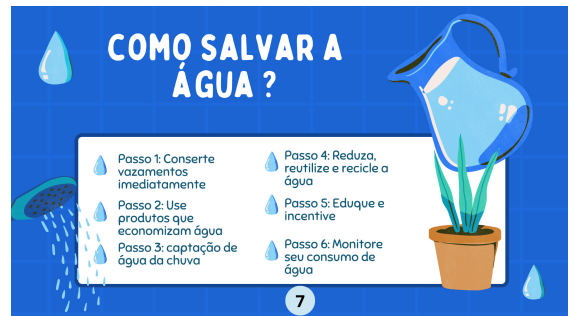
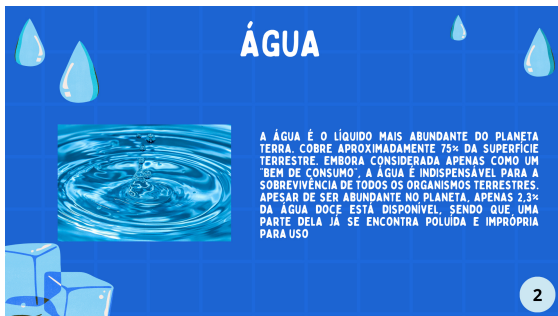
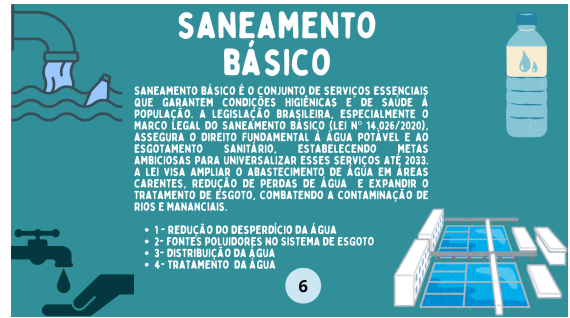
1. Coloque um pedaço de algodão no fundo da garrafa (na boca) para evitar que os materiais escapem.
2. Adicione uma camada de carvão ativado (cerca de 3-4 cm) sobre o algodão. O carvão ajuda a remover impurezas e odores.
3. Em seguida, coloque uma camada de areia fina (cerca de 5-6 cm) sobre o carvão. A areia retém partículas maiores.
4. Por último, adicione uma camada de pedras pequenas (cerca de 4-5 cm) para auxiliar na filtração inicial de partículas maiores.



10

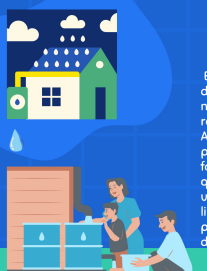


APÊNDICE B – SLIDES



PASSO 3:
CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA

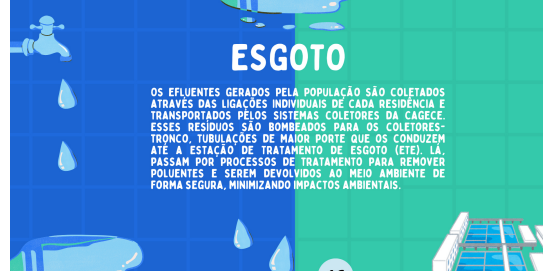
Esse sistema consiste em coletar a água das chuvas por meio de calhas instaladas nos telhados, direcionando-a para reservatórios como cisternas ou tanques. Antes de ser armazenada, a água passa por filtros que removem impurezas, como folhas e sedimentos, garantindo maior qualidade. A água captada pode ser utilizada para irrigação de jardins, limpeza de áreas externas e até mesmo para descargas sanitárias, dependendo do tratamento aplicado.



11

ESGOTO

OS EFLUENTES GERADOS PELA POPULAÇÃO SÃO COLETADOS ATRAVÉS DAS LIGAÇÕES INDIVIDUAIS DE CADA RESIDÊNCIA E TRANSPORTADOS PELOS SISTEMAS COLETORES DA CAGECE. ESSES RESÍDUOS SÃO BOMBADOS PARA OS COLETORES-TRONCO, TUBULAÇÕES DE MAIOR PORTE QUE OS CONDUZEM ATÉ A ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE). LÁ, PASSAM POR PROCESSOS DE TRATAMENTO PARA REMOVER POLUENTES E SEREM DEVOLVIDOS AO MEIO AMBIENTE DE FORMA SEGURA, MINIMIZANDO IMPACTOS AMBIENTAIS.



16

PASSO 4:
REDUZIR, REUTILIZAR, RECICLAR ÁGUA

REDUZIR:
Feche a torneira enquanto escova os dentes ou lava a louça.

REUTILIZAR:
Use águas residuais da lavagem de vegetais ou pratos para regar plantas.

RECICLAR:
Considere a criação de um sistema de coleta.



12

ESGOTO NO CEARÁ

ATUALMENTE, O CEARÁ POSSUI 44,8% DE COBERTURA DE ESGOTO, ATENDENDO CERCA DE 2,68 MILHÕES DE PESSOAS POR MEIO DE UMA REDE COLETORA DE 5 MIL QUILOMETROS. EM FORTALEZA, APOS INVESTIMENTOS RECENTES, O ÍNDICE CHEGA A 66,63%, COM UMA MALHA DE 2.700 KM DE REDE COLETORA. A CAGECE OPERA 275 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETES) NO ESTADO — 153 NA CAPITAL E 122 NO INTERIOR. ALÉM DISSO, FORTALEZA CONTA COM UMA ESTAÇÃO DE PRÉ-CONDICIONAMENTO DE ESGOTO (EPC), QUE AUXILIA NO PROCESSAMENTO INICIAL DOS EFLUENTES ANTES DO TRATAMENTO FINAL.



17

PASSO 5:
EDUCAR E INCENTIVAR

Compartilhe dicas de conservação de água com amigos e familiares. Eduque sua comunidade por meio de workshops ou redes sociais sobre a importância de economizar água e maneiras práticas de fazer isso.



13

IMPACTOS AMBIENTAIS DO ESGOTO NÃO TRATADO

OS PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO LANÇAMENTO DE ESGOTO NÃO TRATADO EM CORPOS HÍDRICOS SÃO:

- 1- EUTROFIZAÇÃO
- 2- CONTAMINAÇÃO POR PATÓGENOS
- 3- REDUÇÃO DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO
- 4- ACÚMULO DE METAIS PESADOS
- 5- ALTERAÇÃO DO PH DA ÁGUA
- 6- FORMAÇÃO DE GASES TÓXICOS



18

PASSO 6:
MONITORE SEU USO DE ÁGUA


Acompanhe sua conta de água e seu consumo. Monitorar seu consumo pode ajudar a identificar tendências de alto consumo e áreas onde você pode reduzir.



14

EUTROFIZAÇÃO

EUTROFIZAÇÃO É UM PROCESSO DE Desequilíbrio ambiental em que o excesso de nutrientes — principalmente nitrogênio e fósforo provenientes de esgoto não tratado, fertilizantes agrícolas ou detergentes — é lançado em corpos d'água. Esses nutrientes estimulam o crescimento acelerado de algas e cianobactérias na superfície, formando "florescimentos algais". Esse fenômeno reduz a biodiversidade, degrada ecossistemas e pode gerar "zonas mortas" em lagos, rios e até regiões costeiras.



19

AO IMPLEMENTAR ESSAS ETAPAS, VOCÊ CONTRIBUI PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL. VAMOS NOS COMPROMETER A SER USUÁRIOS CONSCIENTES DA ÁGUA A PARTIR DE HOJE.



15

CONTAMINAÇÃO POR PATÓGENOS


A CONTAMINAÇÃO POR PATÓGENOS OCORRE QUANDO MICRORGANISMOS NOCIVOS — COMO BACTÉRIAS (EX.: E. COLI, SALMONELA), VÍRUS (EX.: HEPATITE A, ROTAVÍRUS), PROTOZOÁRIOS (EX.: GIARDIA) E VERMES PARASITÁRIOS — SÃO DESPEJADOS EM RIOS, LAGOS OU AQUIFÉROS ATRAVÉS DE ESGOTO NÃO TRATADO, FEZES HUMANAS OU ANIMAIS. ESSES AGENTES PATOGENOS PODEM CAUSAR DOENÇAS GRAVES EM QUEM CONSUME A ÁGUA CONTAMINADA OU ENTRA EM CONTATO COM ELA, COMO COLERA, DISENTERIA, HEPATITE E GASTROENTERITES.



20

REDUÇÃO DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO


A REDUÇÃO DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO EM CORPOS HÍDRICOS OCORRE QUANDO MATÉRIA ORGÂNICA (COMO ESGOTO NÃO TRATADO, RESÍDUOS INDUSTRIAIS OU DECOMPOSIÇÃO DE ALGAS) É LANÇADA NA ÁGUA, SERVINDO DE ALIMENTO PARA BACTÉRIAS DECOMPOSITOAS. ESSES MICROORGANISMOS CONSUMEM OXIGÊNIO EM SEU PROCESSO METABÓLICO, ESGOTANDO GRADUALMENTE OS NÍVEIS DE O₂ DISSOLVIDO NA ÁGUA. QUANDO A CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO CAÍ ABAXO DO NECESSÁRIO (± 5 MG/L), ORGANISMOS AQUÁTICOS COMO PEIXES, CRUSTÁCEOS E MOLUSCOS SOFREM ASFIXIA E MORREM, DESEQUILIBRANDO TODO O ECOSISTEMA. ESSE FENÔMENO, CHAMADO DE HIPOXIA OU "ZONA MORTA", É AGRAVADO POR TEMPERATURAS ELEVADAS E ÁGUAS PARADAS



21

FORMAÇÃO DE GASES


A FORMAÇÃO DE GASES TÓXICOS EM CORPOS HÍDRICOS OCORRE QUANDO O ESGOTO NÃO TRATADO OU MATÉRIA ORGÂNICA EM DECOMPOSIÇÃO ACUMULAM-SE EM AMBIENTES COM BAIXO OXIGÊNIO (CONDIÇÕES ANAERÓBICAS). NESSE PROCESSO, BACTÉRIAS ANAERÓBICAS PRODUZEM GASES COMO SULFETO DE HIDRÓGENIO (H₂S) — RESPONSÁVEL PELO ODORE DE "OVO PODRE" — E ALTAMENTE TÓXICO PARA SERES VIVOS — E METANO (CH₄), UM GÁS INFLAMÁVEL QUE CONTRIBUI PARA O EFEITO ESTUFA.



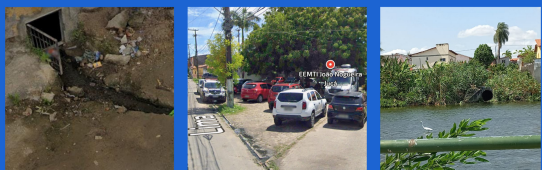
24

ACÚMULO DE METAIS PESADOS

ACÚMULO DE METAIS PESADOS EM CORPOS HÍDRICOS OCORRE QUANDO SUBSTÂNCIAS COMO CHUMBO (Pb), MERCÚRIO (Hg), CÁDMIO (Cd) E ARSÊNIO (As) — PROVENIENTES DE ATIVIDADES INDUSTRIAIS, MINERAÇÃO, AGRICULTURA (AGROTÓXICOS) OU ESGOTO NÃO TRATADO — SÃO LANÇADAS NA ÁGUA. DIFERENTEMENTE DE POLUENTES ORGÂNICOS, ESSES METAIS NÃO SE DEGRADAM NO AMBIENTE, PERSISTINDO POR DÉCADAS E SE ACUMULANDO PROGRESSIVAMENTE NOS SEDIMENTOS E NA CADEIA ALIMENTAR (BIOACUMULAÇÃO).




22



25

ALTERAÇÃO DO PH DA ÁGUA

A ALTERAÇÃO DO PH DA ÁGUA CAUSADA PELO LANÇAMENTO DE ESGOTO NÃO TRATADO OU EFLUENTES INDUSTRIAIS PODE DESEQUILIBRAR DRASTICAMENTE OS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS. O ESGOTO DOMÉSTICO TENDE A TORNAR A ÁGUA MAIS ALCALINA DEVIDO À PRESENÇA DE SABÕES E DETERGENTES, ENQUANTO RESÍDUOS INDUSTRIAIS (COMO OS DE MINERAÇÃO OU QUÍMICOS) PODEM ACIDIFICÁ-LA, LIBERANDO SUBSTÂNCIAS COMO ÁCIDO SULFÚRICO. ESSAS MUDANÇAS NO PH AFETAM DIRETAMENTE A SOBREVIVÊNCIA DE ORGANISMOS AQUÁTICOS



23

OBRIGADO

26

APÊNDICE C – ATIVIDADE 1**ATIVIDADE 1 - CONSCIÊNCIA SOBRE A ÁGUA E DIREITO AO SANEAMENTO BÁSICO**

NOME:

DATA:

1. Responda com V para verdadeiro e F para falso

A molécula de água é polar devido à diferença de eletronegatividade entre o oxigênio e o hidrogênio. ()

As ligações de hidrogênio entre as moléculas de água são responsáveis por sua alta tensão superficial e capacidade de coesão. ()

A água no estado sólido (gelo) é mais densa que no estado líquido, o que faz com que o gelo afunda em líquidos. ()

A água é considerada um solvente universal porque pode dissolver apenas substâncias apolares, como óleos e gorduras. ()

A água é composta por dois dois átomos de hidrogênio e apenas um de oxigênio, que se ligam por ligações covalentes. ()

2. Quais são os principais impactos ambientais causados pelo lançamento de esgoto não tratado em corpos hídricos? Marque as alternativas corretas:

A) Eutrofização B) Contaminação por patógenos C) Redução do oxigênio dissolvido
D) Aumento da biodiversidade E) Acúmulo de chumbo e mercúrio F) Alteração do pH da água
G) Melhoria da qualidade da água H) Formação de gases tóxicos

3. Quais são as principais medidas que podem ser adotadas para promover o uso responsável da água ?

4. Você acredita que todas as pessoas têm acesso a água limpa e sistemas de esgotos em suas residências? Explique sua opinião

APÊNDICE D – ATIVIDADE 2**ATIVIDADE 2 - METAIS TÓXICOS, ÁGUA DURA E MOLE E TRANSPORTE DA ÁGUA**

NOME:

DATA:

1. Como a água chega nas nossas casas ?

2. Quais dos elementos abaixo são considerados metais tóxicos e representam riscos à saúde e ao meio ambiente?

- a) Sódio (Na) e Potássio (K)
- b) Chumbo (Pb) e Mercúrio (Hg)
- c) Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg)
- d) Ferro (Fe) e Zinco (Zn)

3. Quais são os principais riscos à saúde causados pela exposição dos metais tóxicos?

4. A água dura é caracterizada por alta concentração de quais minerais?

- a) Sódio e potássio
- b) Cálcio e magnésio
- c) Ferro e zinco
- d) Chumbo e mercúrio

APÊNDICE E – ATIVIDADE 3**ATIVIDADE 3 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

NOME:

DATA:

1. Por que o tratamento de água é essencial para o consumo humano?
 - a) Para melhorar o sabor da água
 - b) Para remover impurezas, microrganismos e poluentes prejudiciais à saúde
 - c) Para deixar a água mais gelada
 - d) Para aumentar a quantidade de minerais na água

 2. Qual dos seguintes problemas de saúde pode ser causado pelo consumo de água não tratada?
 - a) Cárie dentária
 - b) Doenças diarreicas (como cólera e hepatite A)
 - c) Pressão alta
 - d) Diabetes

 3. Qual é a sequência CORRETA das etapas convencionais de tratamento de água em uma ETA (Estação de Tratamento de Água)?
 - a) Filtração → Coagulação → Floculação → Decantação → Desinfecção
 - b) Coagulação → Floculação → Decantação → Filtração → Desinfecção
 - c) Desinfecção → Floculação → Coagulação → Filtração → Decantação
 - d) Floculação → Decantação → Desinfecção → Coagulação → Filtração

 4. Na etapa de coagulação, qual produto químico é frequentemente utilizado para agrupar as partículas sólidas presentes na água?
 - a) Cloro
 - b) Sulfato de alumínio
 - c) Cal hidratada
 - d) Ozônio

 5. Se uma comunidade não tem acesso a água tratada, quais medidas emergenciais podem ser adotadas para reduzir os riscos à saúde?
-
-

APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DE SONDAGEM

QUESTIONÁRIO DE SONDAGEM

Este formulário foi elaborado para avaliar a eficácia da atividade Escape room como ferramenta educacional.

Responda individualmente com base em sua opinião

* Indica uma pergunta obrigatória

1. Após as atividades, estou mais consciente sobre os impactos do esgoto não tratado em rios e lagos. *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Concordo Totalmente
☐ Concordo Parcialmente
☐ Neutro
☐ Discordo Parcialmente
☐ Discordo Totalmente

2. Consigo diferenciar água dura e mole com base nos experimentos realizados. *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Concordo Totalmente
☐ Concordo Parcialmente
☐ Neutro
☐ Discordo Parcialmente
☐ Discordo Totalmente

3. Sei identificar métodos práticos para detectar a presença de metais tóxicos na água. *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Concordo Totalmente
☐ Concordo Parcialmente
☐ Neutro
☐ Discordo Parcialmente
☐ Discordo Totalmente

4. Consigo compreender as etapas do tratamento de água após o desafio. *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Concordo Totalmente
☐ Concordo Parcialmente
☐ Neutro
☐ Discordo Parcialmente
☐ Discordo Totalmente

5. A montagem do filtro caseiro me ajudou a entender como funciona a remoção de impurezas da água. *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Concordo Totalmente
☐ Concordo Parcialmente
☐ Neutro
☐ Discordo Parcialmente
☐ Discordo Totalmente

6. Os experimentos no laboratório aumentaram meu interesse pelo tema. ★

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Concordo Totalmente
☐ Concordo Parcialmente
☐ Neutro
☐ Discordo Parcialmente
☐ Discordo Totalmente

7. A dinâmica em grupo facilitou a troca de conhecimentos e a resolução dos desafios. ★

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Concordo Totalmente
☐ Concordo Parcialmente
☐ Neutro
☐ Discordo Parcialmente
☐ Discordo Totalmente

8. O Escape Room tornou o aprendizado mais interativo do que aulas tradicionais. ★

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Concordo Totalmente
☐ Concordo Parcialmente
☐ Neutro
☐ Discordo Parcialmente
☐ Discordo Totalmente

9. * Recomendaria esta atividade para outras turmas.

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Concordo Totalmente
- ☐ Concordo Parcialmente
- ☐ Neutro
- ☐ Discordo Parcialmente
- ☐ Discordo Totalmente

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários