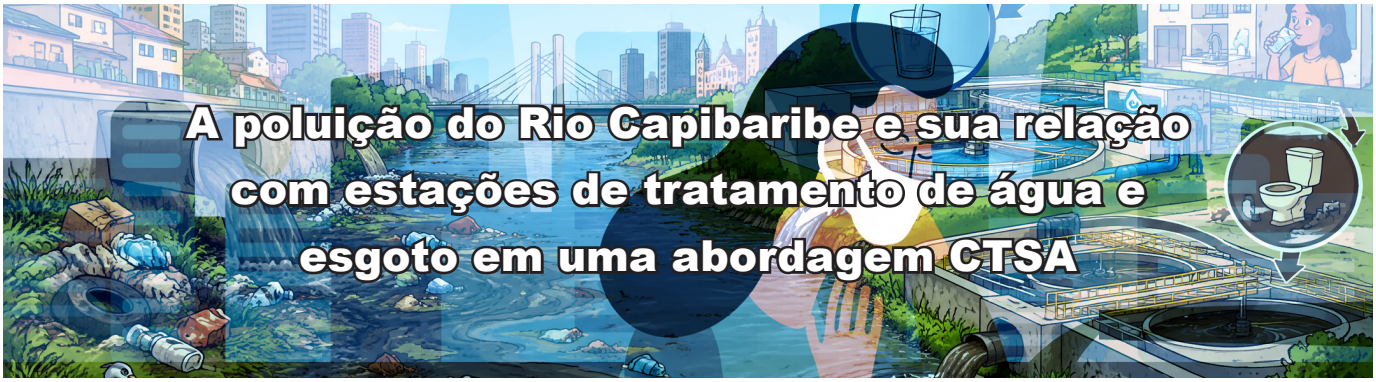
Química Nova na Escola, v. 48, n. 4, p. 373-381, 2026 – http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160517



A poluição do Rio Capibaribe e sua relação com estações de tratamento de água e esgoto em uma abordagem CTSA

Gabriel Cavalcanti Soares, Paulo Henrique Manzi de Souza, Guilherme de Coimbra Santos, Marília Gabriela de Menezes Guedes e Elton de Lima Borges

Este trabalho apresenta um relato de sala de aula desenvolvido em uma escola localizada nas proximidades do Rio Capibaribe, em Pernambuco, cuja situação ambiental é marcada por elevados níveis de poluição. A proposta pedagógica foi estruturada a partir da abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), articulando a problemática ambiental do rio às tecnologias utilizadas em Estações de Tratamento de Água (ETA) e Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), bem como os conteúdos químicos de separação de misturas e ácidos e bases. A atividade foi organizada em cinco estações de aprendizagem, nas quais os estudantes tiveram contato com diferentes estratégias didáticas, incluindo práticas experimentais, análise de vídeo e discussão baseada em uma reportagem sobre a situação do rio. Ao final da atividade, os alunos responderam a um questionário no qual foram convidados a propor possíveis soluções para a poluição do Capibaribe. As respostas evidenciaram que a maioria dos estudantes apresentou propostas e argumentos coerentes com os conceitos trabalhados em aula. Além disso, a avaliação da atividade indicou alto nível de satisfação dos participantes, sugerindo que a contextualização de conteúdos químicos a partir de problemas socioambientais locais pode favorecer o engajamento e a aprendizagem significativa.

▶ ensino de química, abordagem CTSA, poluição hídrica, Rio Capibaribe, relato de sala de aula ◀

Recebido em 25/03/2026; aceito em 13/07/2026

Introdução

A alfabetização científico-tecnológica pode contribuir para a superação de mitos acerca do conhecimento científico e do desenvolvimento tecnológico, favorecendo uma compreensão mais crítica da ciência na sociedade (Auler e Delizoicov, 2001). Nesse contexto, a alfabetização científica torna-se fundamental para que o indivíduo exerça adequadamente sua cidadania diante do desenvolvimento e da adoção de novas tecnologias em sua região. Segundo Praia *et al*. (2007), a participação cidadã na tomada de decisões pode ser compreendida a partir do princípio da precaução, que pressupõe a realização de pesquisas detalhadas e abrangentes antes da implementação de novas tecnologias, apoiando-se na crescente preocupação social com o meio ambiente frente aos riscos das inovações técnico-científicas. Nesse sentido, Freitas e Dias (2021) destacam que uma das abordagens metodológicas que pode contribuir para a promoção da alfabetização científica dos estudantes é a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

A alfabetização científico-tecnológica pode contribuir para a superação de mitos acerca do conhecimento científico e do desenvolvimento tecnológico, favorecendo uma compreensão mais crítica da ciência na sociedade (Auler e Delizoicov, 2001). Nesse contexto, a alfabetização científica torna-se fundamental para que o indivíduo exerça adequadamente sua cidadania diante do desenvolvimento e da adoção de novas tecnologias em sua região.

A abordagem CTSA no ensino de Ciências apresenta-se como uma perspectiva pedagógica voltada à superação de concepções reducionistas e neutras da ciência e da tecnologia, evidenciando suas relações com dimensões sociais, políticas, culturais, éticas e ambientais. Nessa perspectiva, o conhecimento científico é compreendido como uma construção histórica e humana, permeada por interesses, valores e diferentes contextos

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons

socioculturais. A discussão sobre o Ensino de Ciências, segundo Gomes e Hussein (2025), contempla que a implementação dessa abordagem demanda a seleção de temas e saberes socialmente relevantes, capazes de promover a formação crítica e a participação cidadã dos estudantes. Nesse sentido, a contextualização dos conteúdos a partir das vivências e da realidade dos alunos torna-se fundamental para favorecer aprendizagens significativas e reflexivas. Assim, o ensino de Ciências ultrapassa a mera transmissão de conceitos, teorias e leis, incorporando os conhecimentos prévios dos estudantes e articulando os conteúdos científicos as problemáticas contemporâneas presentes em seu cotidiano.

Um dos objetivos da educação em Química na perspectiva da abordagem CTSA é apresentar a Química a partir de uma visão plural, relacionando-a com o desenvolvimento tecnológico e evidenciando os impactos e a importância que esse campo do conhecimento pode ter para a sociedade e para o meio ambiente. Nessa perspectiva, busca-se também compreender como as demandas sociais e as questões ambientais influenciam o desenvolvimento da Química e da pesquisa tecnológica, evidenciando a natureza dinâmica e contextualizada do conhecimento científico.

Na perspectiva CTSA, o professor assumiu o papel de mediador do processo de ensino-aprendizagem, promovendo uma alternativa ao modelo tradicional de ensino ao articular os conteúdos de Química com questões sociais, políticas e ambientais. Nesse contexto, o presente trabalho foi desenvolvido com base nessa abordagem, utilizando conteúdos de Química para discutir problemáticas socioambientais relacionadas ao Rio Capibaribe, bem como as tecnologias de tratamento de água e esgoto empregadas na cidade do Recife.

O problema do Rio Capibaribe

O Rio Capibaribe é um dos principais rios do Estado de Pernambuco e, ao longo dos anos, tem apresentado elevados níveis de poluição de origem antrópica. A situação tornou-se tão crítica que o estado ambiental do rio passou a fazer parte do conhecimento cotidiano dos moradores da região. Estudos recentes evidenciam o avanço da degradação ambiental no Rio Capibaribe. Pesquisas identificaram a presença de metais potencialmente tóxicos em quantidade maior que a natural em sedimentos e águas do sistema estuarino do Capibaribe, sobretudo nos trechos médio e inferior do rio, associados à intensificação das atividades antrópicas na Região Metropolitana do Recife (Araújo Júnior e Pereira, 2021). Além disso, análises físico-químicas e ecotoxicológicas fundamentadas nos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 demonstram comprometimento recorrente da qualidade da água, indicando elevados níveis de contaminação por esgoto doméstico e outros poluentes urbanos no baixo curso do rio (Alves *et al*., 2021; Silva *et al*., 2024).

Entre os indicadores observados destacam-se baixos níveis de oxigênio dissolvido, alterações na condutividade elétrica e na concentração de cloretos, além de problemas associados à ausência de saneamento adequado e à coloração da água, fatores possivelmente relacionados a processos de eutrofização (Silva *et al*., 2021). A problemática ambiental do rio também tem sido abordada em reportagens e veículos de comunicação amplamente difundidos, como os portais G1 e Brasil de Fato, nos quais são discutidos aspectos ambientais e políticos relacionados à poluição do Capibaribe, incluindo debates sobre a efetividade de propostas de privatização de setores da rede de distribuição de água e esgoto no Estado de Pernambuco.

Estações de tratamento de água e esgoto

As Estações de Tratamento de Água (ETA) têm a função de tratar águas de origem fluvial de modo que atendam aos padrões exigidos para o consumo humano, enquanto as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) são responsáveis pelo tratamento do esgoto doméstico antes de seu retorno ao ambiente. Para que esse sistema funcione de maneira eficiente, é fundamental a existência de infraestrutura adequada de saneamento básico em grande parte das residências. Os processos e parâmetros utilizados nas tecnologias e na regulamentação do tratamento de água possuem forte fundamentação em princípios químicos, o que permite que essas estações sejam compreendidas como importantes exemplos da relação entre ciência e tecnologia. Nesse sentido, tais aspectos constituem a base científico-tecnológica da proposta didática apresentada neste trabalho. Paralelamente, a situação atual do Rio Capibaribe, o papel das instituições responsáveis pela distribuição e tratamento da água, bem como as medidas adotadas pelo Governo do Estado de Pernambuco e pela Prefeitura da Cidade do Recife, compõem a dimensão social discutida ao longo da atividade pedagógica.

Conteúdo químico

O tratamento de água e esgoto realizado pelos sistemas de abastecimento e saneamento envolve diversos fundamentos químicos, contemplados por conteúdos como separação de misturas, equilíbrio químico e ácidos e bases. Nas etapas iniciais do tratamento de água, por exemplo, ocorre a floculação por meio da adição de substâncias coagulantes, como o sulfato de alumínio, processo que promove alterações no pH da mistura e favorece a formação de flocos que posteriormente são removidos por processos de decantação e filtração. Considerando a importância de integrar o contexto social e político à aprendizagem dos estudantes, foram selecionados os processos de tratamento realizados em ETA e ETE como eixo para a abordagem desses conteúdos químicos. A proposta foi desenvolvida como uma atividade de culminância com estudantes de uma escola localizada nas proximidades de um trecho do Rio Capibaribe, em uma cidade que também possui diversas ETE em seu entorno. Dessa forma, optou-se pela abordagem CTSA para articular os conteúdos químicos às tecnologias de tratamento de água e esgoto, relacionando-os à problemática socioambiental associada à degradação ecológica do Rio Capibaribe.

Metodologia

A proposta didática foi estruturada a partir do modelo de Rotação por Estações, uma das metodologias do ensino híbrido que favorece a aprendizagem ativa, estimulando a participação dos estudantes, a colaboração entre pares e a construção coletiva do conhecimento. Essa estratégia possibilita que os alunos vivenciem diferentes experiências de aprendizagem em pequenos grupos, promovendo maior engajamento e autonomia durante o processo educativo.

A atividade foi organizada em cinco estações temáticas relacionadas aos processos de tratamento de água, saneamento básico e questões socioambientais associadas ao Rio Capibaribe. Os estudantes foram divididos em grupos e orientados a circular entre as estações numeradas, permanecendo em cada uma delas por um período previamente estabelecido antes de se deslocarem para a estação seguinte.

A proposta didática foi estruturada a partir do modelo de Rotação por Estações, uma das metodologias do ensino híbrido que favorece a aprendizagem ativa, estimulando a participação dos estudantes, a colaboração entre pares e a construção coletiva do conhecimento. Essa estratégia possibilita que os alunos vivenciem diferentes experiências de aprendizagem em pequenos grupos, promovendo maior engajamento e autonomia durante o processo educativo.

Na **Estação 1 – Coagulação e Decantação**, os estudantes realizaram a etapa inicial do tratamento de água. Para isso, foi adicionada à amostra de água uma solução de sulfato de alumínio [$Al_2(SO_4)_3$] na concentração de 0,05 g/L, atuando como agente floco-coagulante. O procedimento teve como objetivo promover a agregação das partículas em suspensão, favorecendo sua sedimentação e possibilitando a compreensão do processo de decantação empregado nas ETA.

Na **Estação 2 – Filtração**, os estudantes utilizaram um filtro artesanal construído com garrafa PET contendo camadas de pedras, areia, carvão ativado e algodão (Figura 1S). A água submetida previamente à coagulação e à decantação foi filtrada com o objetivo de remover partículas remanescentes e melhorar suas características visuais. Quando algum grupo iniciava a atividade por essa estação, era disponibilizada uma amostra previamente preparada para garantir a continuidade da dinâmica.

Na **Estação 3 – Desinfecção e Ajuste de pH**, os estudantes adicionaram duas gotas de solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 3% à amostra filtrada e realizaram o monitoramento e ajuste do pH para valores próximos de 8–9, utilizando fitas indicadoras. Essa etapa permitiu discutir os processos de desinfecção da água e a importância do controle dos parâmetros químicos para o consumo humano.

Na **Estação 4 – Leitura de notícia e debate socioambiental**, os estudantes analisaram o recorte jornalístico dos veículos G1 e Brasil de Fato, abordados na introdução, sobre a situação ambiental do Rio Capibaribe. O material abordava principalmente desafios relacionados ao saneamento básico e diferentes perspectivas acerca das políticas públicas voltadas à gestão dos recursos hídricos. Após a leitura, foi promovida uma discussão em grupo.

Na **Estação 5 – Vídeo sobre uma ETE**, os estudantes assistiram a um vídeo educativo que apresentava o funcionamento de uma ETE e as principais etapas envolvidas no tratamento de efluentes domésticos. A utilização desse recurso audiovisual possibilitou a aproximação dos estudantes com uma realidade dificilmente acessível no contexto escolar, favorecendo a compreensão da importância do tratamento de esgoto para a preservação dos recursos hídricos e para a saúde pública.

Como instrumento de avaliação da aprendizagem e coleta de dados da pesquisa, foi elaborado um questionário digital na plataforma *Google Forms*, aplicado ao término das atividades. O formulário foi composto por questões objetivas relacionadas aos conteúdos explorados nas estações, contemplando conceitos de tratamento de água, separação de misturas e saneamento ambiental. Entre as questões avaliativas, foi inserido um item retirado do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM 2022), que abordava a retirada de sólidos suspensos presentes em águas de mananciais, responsáveis pelo aspecto turvo da água. O objetivo dessa questão foi verificar a capacidade dos estudantes de reconhecer a decantação como a etapa mais adequada para a remoção de grande parte dessas partículas, estabelecendo relações entre a atividade experimental realizada na Estação 1 e uma situação-problema contextualizada presente em uma avaliação nacional. O *Google Forms* permitiu o registro automático das respostas e a geração de gráficos estatísticos, fornecendo dados quantitativos para a análise da aprendizagem.

Ao final da dinâmica, buscou-se favorecer a integração dos conhecimentos construídos ao longo do percurso, permitindo por meio das questões do formulário que os alunos estabelecessem relações entre os processos de tratamento de água, o saneamento básico e a problemática ambiental do Rio Capibaribe.

Resultados e discussão

Análise do desempenho cognitivo e da compreensão conceitual

O desempenho dos estudantes foi avaliado inicialmente por meio de questões de múltipla escolha baseadas no contexto do tratamento de água e processos de separação de misturas. Conforme apresentado na Figura 1, 15 dos 19 estudantes participantes (78,9%) identificaram corretamente a alternativa referente à decantação, enquanto 4 estudantes (21,1%) assinalaram a filtração. Esses resultados indicam que a maioria dos participantes compreendeu adequadamente o papel da decantação na remoção de sólidos suspensos responsáveis pela turbidez da água, evidenciando a efetividade da atividade prática na consolidação dos conceitos

relacionados aos processos de separação de misturas. Por outro lado, as respostas incorretas sugerem a persistência de algumas dificuldades na distinção entre as etapas de decantação e filtração, aspecto que merece atenção em futuras intervenções pedagógicas.

Adicionalmente, outra questão abordou a separação de impurezas homogêneas em estações de tratamento (Figura 2), onde a destilação foi corretamente apontada por 17 dos 19 estudantes (89,5%). Houve, contudo, uma dispersão de respostas incorretas voltadas à evaporação (47,4%) e cristalização (42,1%), sugerindo que, embora identifiquem o método principal, os estudantes ainda misturam conceitos de separação em contextos de misturas homogêneas.

Em cenários contextualizados a situações cotidianas distintas (como o caso do poço artesiano de Juninho, apresentado na Figura 3), observou-se também um expressivo índice de acertos. Cerca de 68,4% dos participantes (13 alunos) identificaram a combinação correta de desinfecção e alcalinização para tornar a água própria para consumo. Esse elevado desempenho confirma que a dinâmica das estações de aprendizagem capacitou os estudantes a reconhecer e aplicar os procedimentos discutidos a novos problemas práticos.

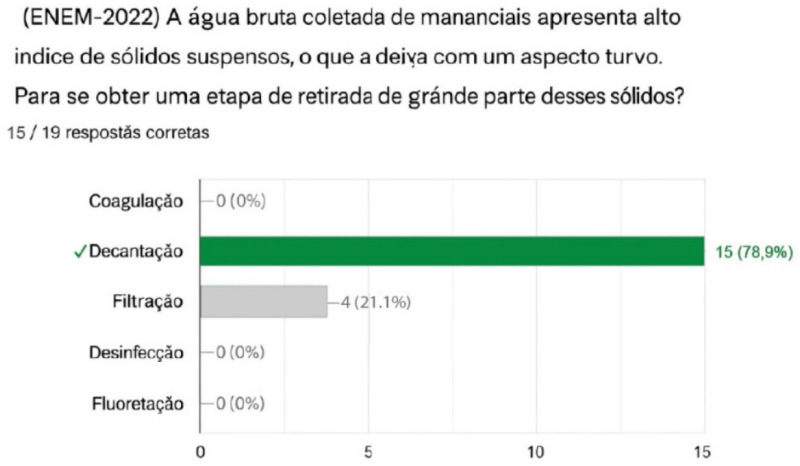


Figura 1: Resultados obtidos em questão do ENEM 2022 aplicada por meio do Google Forms, avaliando a compreensão dos estudantes sobre o processo de decantação na remoção de sólidos suspensos em águas turvas.

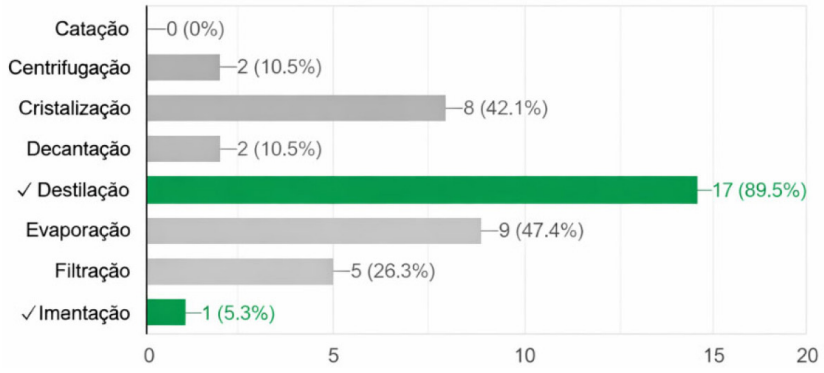


Figura 2: Respostas dos estudantes ao segundo questionamento do Google Forms, indicando maior facilidade na identificação de métodos de separação de misturas em contexto distinto do tratamento de água.

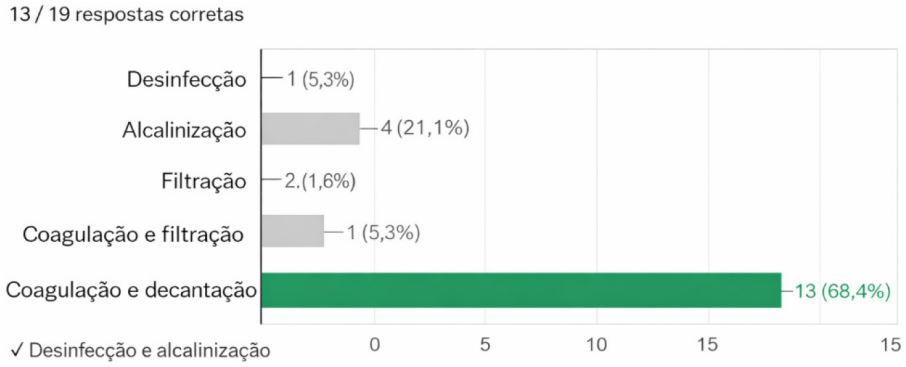


Figura 3: Desempenho dos estudantes evidenciando elevado índice de acertos em questão contextualizada às atividades práticas.

Percepções discursivas e abordagem CTSA

As duas últimas questões do instrumento avaliativo foram abertas, exigindo respostas discursivas, permitindo avaliar a capacidade de argumentação e a apropriação da linguagem científica por parte dos estudantes. A análise dessas respostas indicou que uma parcela significativa da turma demonstrou compreender os objetivos das estações relacionadas ao tratamento de água e esgoto, bem como sua relação com a preservação ambiental e a manutenção da saúde coletiva. Além disso, diversos estudantes apresentaram sugestões de intervenções ou melhorias relacionadas ao problema da poluição do Rio Capibaribe, frequentemente articulando essas propostas com aspectos discutidos durante a atividade, contemplando ao menos algumas das dimensões ambientais e sociais envolvidas nessa problemática.

As duas últimas questões do instrumento avaliativo foram abertas, exigindo respostas discursivas, permitindo avaliar a capacidade de argumentação e a apropriação da linguagem científica por parte dos estudantes. A análise dessas respostas indicou que uma parcela significativa da turma demonstrou compreender os objetivos das estações relacionadas ao tratamento de água e esgoto, bem como sua relação com a preservação ambiental e a manutenção da saúde coletiva.

A seguir são apresentados exemplos de respostas elaboradas pelos estudantes para a questão 4 do instrumento avaliativo, que solicita a reflexão sobre as diferenças entre as ETA e as ETE, bem como sobre o destino da água após cada processo de tratamento e suas relações com o ecossistema e com a saúde humana. A análise das respostas indicou que uma parcela significativa da turma compreendeu com clareza as distinções fundamentais e os objetivos das ETA e das ETE, correlacionando-as diretamente com a preservação ambiental e a manutenção da saúde coletiva.

Abaixo, destacam-se alguns registros que exemplificam o nível de reflexão alcançado pelos discentes:

> *"As Estações de Tratamento de Água (ETA) após o tratamento da água possibilitam a distribuição para o consumo humano e sua relação com o ecossistema e a nossa saúde é para evitar doenças que estão presentes em meio hídrico, garantir o uso sustentável da água e preservar o meio ambiente".* (Estudante A)
>
> *"As Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) após o devido tratamento da água ocorre a devolução da água aos rios, lagos e mares em condições ideais e seguras para o ecossistema, além de poder ser reutilizada em algumas funções e a sua relação com o ecossistema e a nossa saúde é evitar a contaminação de rios e solos, proteger a fauna e flora hídrica, prevenir doenças provenientes do contato com água contaminada e reduzir a proliferação de organismos que transmitem doenças relacionadas ao mau odor."* (Estudante B)
>
> *"A água tratada na ETA, que é captada de rios, lagos ou represas, passa por um processo de purificação para se tornar potável. Após o tratamento, ela é distribuída para consumo humano em residências, indústrias e comércios. A água tratada na ETA é segura para o consumo, prevenindo a propagação de doenças transmitidas pela água e garantindo a saúde da população. Embora o processo utilize recursos hídricos naturais, ele é essencial para o abastecimento das cidades e para a manutenção da saúde pública. O esgoto, que é a água utilizada nas atividades domésticas e industriais, é coletado e levado para a ETE. O objetivo do tratamento é remover poluentes e microrganismos nocivos para que a água possa ser devolvida ao meio ambiente de forma segura. A água tratada na ETE é devolvida a rios, lagos e represas, minimizando o impacto ambiental e protegendo os ecossistemas aquáticos."* (Estudante C)

Os estudantes demonstraram compreender que a água destinada ao consumo humano é captada em corpos hídricos, como rios, lagos, represas, e submetida a etapas de tratamento em ETA, tornando-se adequada para distribuição à população. Essa compreensão foi associada, de forma recorrente, à prevenção de doenças de veiculação hídrica e à promoção da saúde pública, evidenciando a articulação entre conhecimentos científicos e situações do cotidiano.

Percebe-se que os depoimentos evidenciam que os estudantes compreenderam o ciclo de captação, o propósito da potabilização nas ETA e a importância do retorno seguro dos efluentes por meio das ETE. Essa percepção foi invariavelmente associada à prevenção de doenças de veiculação hídrica e à promoção da saúde pública.

No que se refere às ETE, os participantes reconheceram sua função na remoção de poluentes e microrganismos, possibilitando a devolução da água aos corpos hídricos em condições mais adequadas ao equilíbrio ambiental. Em algumas respostas, observou-se ainda a menção à possibilidade de reutilização da água tratada, bem como à contribuição das ETE para a preservação da fauna e da flora aquáticas e para a mitigação de riscos à saúde pública.

Apesar dessas evidências de compreensão conceitual, verificou-se a baixa utilização de termos científicos específicos e a limitada explicitação dos processos químicos e biológicos envolvidos nas etapas de tratamento, o que indica níveis iniciais de apropriação da linguagem científica. Ainda assim, os estudantes conseguiram diferenciar adequadamente as funções das ETA e das ETE, relacionando-as à sua relevância social e ambiental.

A luz da abordagem CTSA , observa-se que os estudantes mobilizaram conhecimentos científicos para interpretar problemas reais, especialmente ao analisarem a situação do Rio Capibaribe. Uma das falas exemplifica essa articulação:

> *"As Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) estão fazendo um trabalho adequado ao devolver a água tratada para a natureza, pois o principal objetivo é remover a carga poluente do esgoto. No entanto, a poluição crescente do Rio Capibaribe indica que esse trabalho pode não ser suficiente, ou que outras fontes de poluição, como o descarte irregular de esgoto, estão contribuindo para o problema".* (Estudante D)

A fala evidencia uma compreensão que ultrapassa a dimensão técnica, incorporando aspectos sociais e ambientais em consonância com os pressupostos da educação científica orientada pela perspectiva CTSA. Nessa direção, os estudantes também sugeriram intervenções relacionadas ao aprimoramento tecnológico dos sistemas de tratamento, como a implementação de etapas mais avançadas voltadas à remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo), além de ações de conscientização da população.

Sob a ótica da abordagem CTSA, os participantes demonstraram maturidade ao transpor o conhecimento técnico para a análise crítica da realidade local, usando como objeto de estudo a poluição do Rio em questão, percebendo-se bem, na fala do Estudante D, essa visão integrada.

A necessidade de ampliação da infraestrutura de saneamento também foi destacada:

> *As ETEs realizam um trabalho importante, mas muitas vezes a capacidade é insuficiente devido ao grande volume de resíduos. Uma medida seria ampliar o número de ETEs e investir em campanhas de conscientização.* (Estudante E)

De modo geral, as respostas evidenciam que a atividade contribuiu para a sensibilização dos estudantes quanto às consequências da ausência de saneamento básico, especialmente em áreas próximas ao Rio Capibaribe. A presença de sugestões relacionadas à educação ambiental, ainda que não explicitamente abordadas nas etapas anteriores da proposta, sugere a mobilização de conhecimentos prévios e experiências cotidianas, reforçando a importância de práticas pedagógicas contextualizadas.

Além das soluções de natureza técnica, os estudantes atribuíram relevância às ações educativas, reconhecendo o papel da população na problemática ambiental:

> *"Não, além da despoluição do rio por meio de processos de flotação, gradeamento e dragagem, é necessária a criação de campanhas que conscientizem as pessoas a não descartar lixo no rio".* (Estudante F)

Também foram mencionadas propostas relacionadas à atuação do poder público, com ênfase na fiscalização:

> *"Não. Políticas públicas e fiscalização para multar pessoas que despejam lixo de forma inadequada".* (Estudante G)

Essas manifestações indicam o desenvolvimento de aspectos relacionados à alfabetização científica, entendida como a capacidade de utilizar conhecimentos científicos para interpretar a realidade, tomar decisões e propor soluções para problemas socialmente relevantes. Observa-se que os estudantes não apenas compreenderam conceitos básicos sobre tratamento de água e esgoto, mas também foram capazes de mobilizá-los na análise crítica de uma situação concreta de seu contexto local.

Percebe-se que essa leitura estimulou a proposição de soluções de cunho tanto tecnológico quanto político e social pelos próprios discentes. Foram sugeridas desde melhorias de engenharia (como a remoção avançada de nutrientes) até a necessidade de ampliação da infraestrutura de saneamento público e fiscalização rígida.

Essas considerações refletem um avanço real no processo de alfabetização científica. Os estudantes deixaram de ser meros receptores de conceitos teóricos e passaram a usá-los como ferramentas de leitura social e ambiental, ponderando criticamente sobre o saneamento a partir de evidências observáveis no próprio cotidiano.

De modo geral, as respostas evidenciam que a atividade contribuiu para a sensibilização dos estudantes quanto às consequências da ausência de saneamento básico, especialmente em áreas próximas ao Rio Capibaribe. A presença de sugestões relacionadas à educação ambiental, ainda que não explicitamente abordadas nas etapas anteriores da proposta, sugere a mobilização de conhecimentos prévios e experiências cotidianas, reforçando a importância de práticas pedagógicas contextualizadas.

Por fim, verificou-se uma diversidade de posicionamentos quanto à eficácia das ETE. Enquanto alguns estudantes avaliaram positivamente seu funcionamento, outros fundamentaram suas críticas nas condições observáveis do rio, utilizando evidências empíricas para sustentar seus argumentos. Tal diversidade revela o desenvolvimento de uma postura crítica e reflexiva, alinhada aos objetivos da educação científica contemporânea.

Avaliação da vivência pelos estudantes (Escala Likert)

Ao final, os estudantes avaliaram a experiência didática através de três vertentes estruturadas em uma escala Likert de 10 pontos (Figura 5S). Os dados coletados detalham a percepção do grupo sobre o aprendizado, o conhecimento prévio e o engajamento na dinâmica.

- Auto percepção de Aprendizado (Figura 4): A média obtida foi de 8,16, com destaque para 31,6% (6 alunos) que atribuíram a nota máxima (10), indicando que a imersão prática foi considerada altamente eficiente na aquisição de novos saberes.
- Nível de Conhecimento Prévio (Figura 5): A média registrou-se em 6,26. A distribuição diluída das respostas

revela um grupo heterogêneo; contudo, a concentração de notas na faixa intermediária sugere que, embora o tema fizesse parte do repertório dos alunos, a atividade prática foi fundamental para consolidar, aprofundar e ressignificar essas informações

- Satisfação e Engajamento (Anteriormente citada como Figura 6): A aceitação da metodologia foi expressiva, alcançando média de 8,84. Aproximadamente 84,2% dos estudantes (16 participantes) avaliaram o fator de diversão e agradabilidade com notas entre 8 e 10, com destaque para a nota máxima, que concentrou 47,4% das respostas (9 alunos).

A maioria dos estudantes demonstrou elevada satisfação com a dinâmica proposta, com aproximadamente 85% atribuindo notas iguais ou superiores a 8, resultando em média de 8,84 na escala Likert. A autoavaliação dos participantes

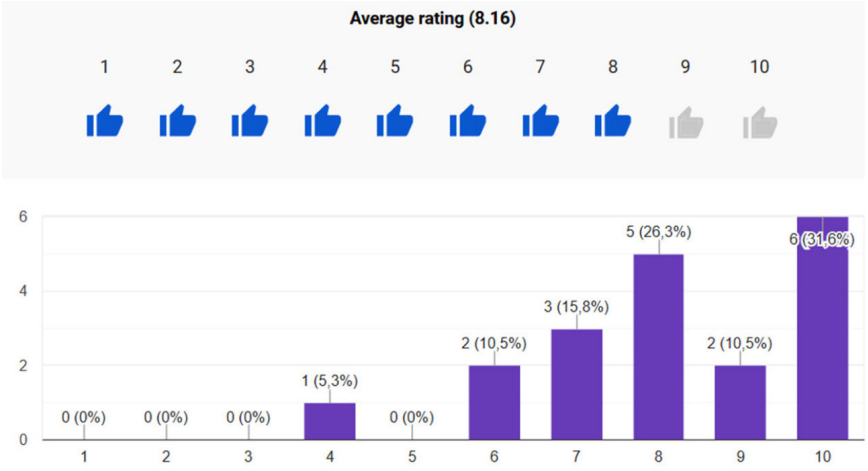


Figura 4: Respostas dos estudantes ao questionamento sobre auto avaliação do que eles aprenderam com essa dinâmica.

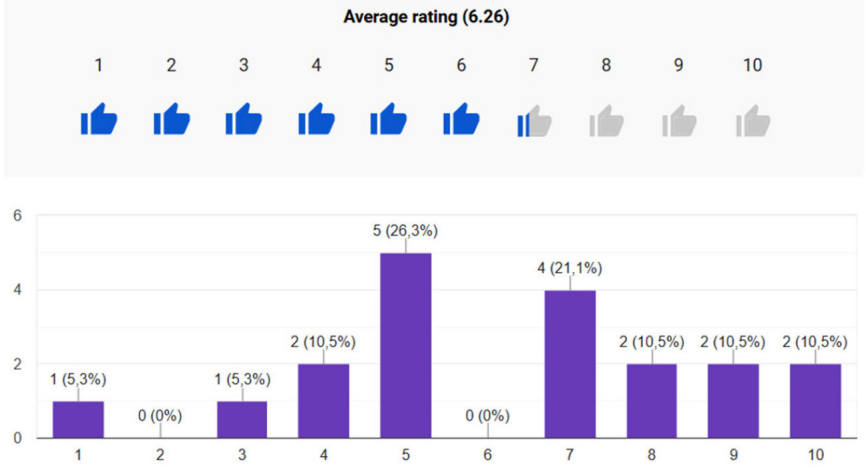


Figura 5: Respostas dos estudantes ao questionamento sobre o quão novas essas informações eram para eles.

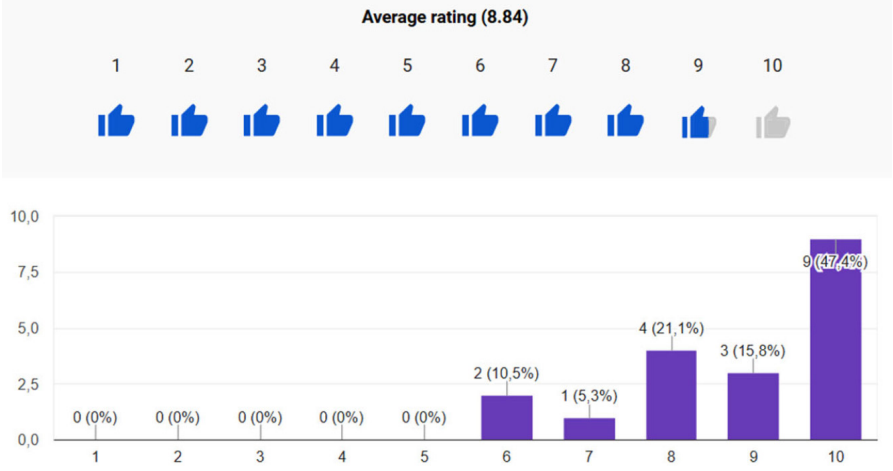


Figura 6: Avaliação da satisfação dos estudantes em relação à atividade

apresentou média de 8,16 na mesma escala. Ao relacionar o conhecimento prévio com as demais respostas, verificou-se que, mesmo entre os estudantes que já possuíam familiaridade com os conceitos abordados, houve benefícios decorrentes da experiência prática proporcionada pela atividade.

Os indicadores afetivos e cognitivos confirmam que propostas pedagógicas contextualizadas e interativas não apenas atenuam o distanciamento da linguagem científica formal, mas também potencializam o engajamento e a postura crítica dos estudantes diante de problemáticas socioambientais reais.

Considerações finais

Os resultados evidenciam que, embora os estudantes tenham utilizado de forma limitada a terminologia técnico-científica, demonstraram compreensão consistente acerca das funções e dos impactos das ETAe das ETE, especialmente no que se refere à sua relevância para a saúde pública e para a qualidade ambiental. Tal aspecto indica que a apropriação conceitual pode ocorrer mesmo na ausência de domínio formal da linguagem científica, reforçando a importância de estratégias pedagógicas que valorizem a compreensão significativa dos fenômenos em detrimento da mera memorização de termos técnicos.

A atividade desenvolvida possibilitou a ampliação dos objetivos inicialmente propostos, ao mostrar o desenvolvimento de uma consciência crítica por parte dos estudantes em relação à importância do saneamento básico e às consequências de sua ausência, tanto no âmbito ambiental quanto na saúde coletiva. De modo geral, os participantes foram capazes de estabelecer relações entre os processos tecnológicos envolvidos no tratamento da água e do esgoto e suas respectivas funções na sociedade, além de articularem esses conhecimentos com problemáticas reais, como a poluição do Rio Capibaribe.

Observou-se, ainda, que os estudantes mobilizaram conhecimentos prévios e escolares para analisar as origens da poluição e propor possíveis soluções, frequentemente alinhadas a intervenções de caráter tecnológico, educativo e político. Esse movimento indica a incorporação de elementos associados à alfabetização científica e à abordagem CTSA, ao favorecer a leitura crítica da realidade e a proposição de ações frente a problemas socioambientais.

Por fim, a dinâmica proposta apresentou elevada aceitação entre os estudantes, configurando-se como uma experiência formativa significativa tanto para os licenciandos envolvidos quanto para os alunos da educação básica. Nesse sentido, destaca-se o potencial de práticas pedagógicas contextualizadas e interativas para promover o engajamento discente e a construção de conhecimentos científicos socialmente relevantes.

Material suplementar

O material suplementar a este trabalho está disponível em https://qnesc.sbq.org.br/online/prelo/QNEsc_31-26_MS.pdf, na forma de arquivo PDF, com acesso livre.

Gabriel Cavalcanti Soares (cavalcanti.soares@ufpe.br) é licenciando em Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Atualmente é bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). **Paulo Henrique Manzi de Souza** (paulo.manzi@ufpe.br) é licenciando em Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Atualmente é bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID. **Guilherme de Coimbra Santos** (guilherme.dcsantos@professor.educacao.pe.gov.br) é licenciado em Química pela UNICAP, mestre em Química pelo ITEP e doutor em Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Atualmente é professor efetivo da Rede Estadual de Educação do Estado de Pernambuco e supervisor do PIBID de Química na EREFEM Aplicação do Recife. **Marília Gabriela de Menezes Guedes** (mariliagabrielaufpe@gmail.com) é licenciada em Química e mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e doutora em Educação pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Atualmente é professora associada do Departamento de Ensino e Currículo da Universidade Federal de Pernambuco. **Elton de Lima Borges** (elton.borges@ufpe.br) é bacharel, mestre e doutor em Química pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Realizou doutorado sanduíche na Universidade de Melbourne – Austrália e possui Pós-Doutorado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atualmente é professor do Departamento de Química Fundamental (DQF) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Coordenador de Área do PIBID de Química.

Referências

ALVES, R. N.; MARIZ JR, C. F.; ALVES, M. K. M.; CAVALCANTI, M. G. N.; MELO, T. J. B.; ARRUDA-SANTOS, R. H.; ZANARDI-LAMARDO, E.; CARVALHO, P. S. M. Contamination and toxicity of surface waters along rural and urban regions of the Capibaribe River in Tropical Northeastern Brazil. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 40, n. 11, p. 3063-3077, 2021.

ARAÚJO JÚNIOR, J. C. M.; PEREIRA, R. Evolução da contaminação por metais pesados em sedimentos em área estuarina do rio Capibaribe: uma revisão. *Revista de Geografia*, v. 38, n. 1, p. 236-253, 2021.

AULER, D. e DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 3, n. 2, p. 1-13, 2001.

BRASIL DE FATO. Por excesso de rejeitos sem tratamento, rio Capibaribe segue piorando de qualidade, diz estudo. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2025/05/03/por-excesso-de-esgoto-sem-tratamento-rio-capibaribe-piora-de-qualidade-informa-relatorio/>, acesso em: set. 2025.

FREITAS, F. M. e DIAS, M. A. S. Alfabetização científica e a educação CTSA: compreendendo conceitos e teorias e (re)pensando a formação docente. *In:* Congresso Nacional de Educação (CONEDU). Campina Grande: Realize Editora, 2021.

G1-PE. Relatório aponta degradação das águas do rio Capibaribe: saneamento básico é desafio que envolve debate sobre privatização da Compesa. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2025/03/22/relatorio-aponta-degradacao-das-aguas-do-rio-capibaribe-saneamento-basico-e-desafio-que-envolve-debate-sobre-privatizacao-da-compesa.ghtml>, acesso em: set. 2025.

GOMES, I.; HUSSEIN, F. R. G. e Silva. CTSA no Ensino de Ciências: Uma Revisão Sistemática das Propostas Educacionais Presente na Literatura. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 25, p. 1-30, 2025.

SILVA, J. S. S.; ARAÚJO, L. C. A.; VASCONCELOS, M. D.; SILVA, I. J. S.; MOTTERAN, F.; RODRIGUES, R. H. A.; MENDES-MARQUES, C. L.; ALVES, R. B. O.; SILVA, H. P.; BARROS, M. P.; SILVA, S. M.; MALAFAIA, G.; SANTOS, C. A. L.; COUTINHO, H. D. M. e OLIVEIRA, M. B. M. Multivariate statistical analysis of surface water quality in the Capibaribe River (Pernambuco state, Northeast Brazil): Contributions to water management. *Marine Environmental Research*, v. 204, p. 106876, 2024.

SILVA, R. R.; SANTOS, J. C. V.; SILVA, Y. A.; PAIVA, S. C.; SARUBBO, L. A. e LUNA, J. M. Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química da água de um trecho do rio Capibaribe, no município de São Lourenço da Mata, Pernambuco, Brasil.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D. e VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

Abstract: *Pollution of the Capibaribe River and its relationship with water and sewage treatment plants from a STSE perspective.* This work presents a classroom experience report conducted in a school located near the Capibaribe River, in the state of Pernambuco, Brazil, whose environmental condition is marked by high levels of pollution. The pedagogical proposal was structured based on the STSE approach (Science, Technology, Society, and Environment), connecting the environmental issues of the river with the technologies used in Water Treatment Plants (WTP) and Wastewater Treatment Plants (WWTP), as well as with chemistry topics such as mixture separation and acids and bases. The activity was organized into five learning stations, where students engaged with different teaching strategies, including experimental activities, video analysis, and discussion based on a news report about the river's situation. At the end of the activity, students answered a questionnaire in which they were invited to propose possible solutions to the pollution of the Capibaribe River. The responses showed that most students presented ideas and arguments consistent with the concepts discussed in class. In addition, the evaluation of the activity indicated a high level of student satisfaction, suggesting that the contextualization of chemistry content through local socio-environmental issues can promote student engagement and meaningful learning.
Keywords: chemistry teaching, STSE approach, water pollution, Capibaribe River, classroom experience