

---

# O ENSINO DE QUÍMICA EM ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE APRENDIZAGEM: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA A PARTIR DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE)

THE TEACHING OF CHEMISTRY IN NON-FORMAL LEARNING SPACES: AN  
INVESTIGATIVE APPROACH BASED ON A WASTEWATER TREATMENT  
PLANT (WWTP)

Ciências Exatas e da Terra · 08/03/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/772955455](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/772955455)

---

Francisco José Mininel<sup>1</sup>

Silvana Márcia Ximenes Mininel<sup>2</sup>

---

## RESUMO

Os espaços não formais de aprendizagem têm se consolidado como importantes ambientes para a construção do conhecimento científico, especialmente no ensino de Química, ao possibilitarem a contextualização de conceitos abstratos por meio de situações reais. Nesse sentido, este artigo apresenta uma proposta didático-pedagógica desenvolvida em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), envolvendo estudantes do Ensino Médio, com o objetivo de promover a aprendizagem significativa de conceitos químicos relacionados aos processos físico-químicos e biológicos do tratamento de efluentes. A metodologia adotada fundamenta-se na abordagem investigativa, incluindo uma visita técnica à ETE e a realização de um experimento experimental sobre parâmetros de qualidade da água. Os resultados evidenciam a evolução conceitual dos estudantes, a partir do levantamento de concepções prévias, dos diálogos mediados pela professora e da análise dos dados obtidos experimentalmente, reforçando o potencial educativo dos espaços não formais para o ensino de Química.

**Palavras-chave:** Ensino de Química. Espaços não formais. Estação de Tratamento de Esgoto. Ensino investigativo. Educação ambiental.

## ABSTRACT

Non-formal learning environments have become important spaces for the construction of scientific knowledge, especially in Chemistry education, as they allow the contextualization of abstract concepts through real-life situations. In this context, this article presents a didactic-pedagogical proposal developed in a Wastewater Treatment Plant (WWTP), involving high school students, aiming to promote meaningful learning of chemical concepts related to physical-chemical and biological processes of wastewater treatment. The adopted methodology is based on an investigative approach,

including a technical visit to the WWTP and the performance of an experimental activity on water quality parameters. The results indicate students' conceptual development through the survey of prior conceptions, teacher-mediated dialogues, and analysis of experimental data, reinforcing the educational potential of non-formal spaces for Chemistry teaching.

**Keywords:** Chemistry teaching. Non-formal learning environments. Wastewater Treatment Plant. Inquiry-based learning. Environmental education.

## 1. INTRODUÇÃO

O ensino de Química, historicamente marcado por abordagens excessivamente teóricas e descontextualizadas, tem enfrentado desafios relacionados ao desinteresse e à dificuldade de compreensão dos estudantes (CHASSOT, 2003). Nesse cenário, a utilização de espaços não formais de aprendizagem surge como uma alternativa metodológica capaz de aproximar o conhecimento científico do cotidiano dos alunos, favorecendo a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003; JACOBUCCI, 2008).

De acordo com Trilla (2008, 1999) a educação em espaços não formais sempre existiu, acompanha o desenvolvimento do homem desde os primórdios, possibilitando sua sobrevivência através do conhecimento do meio e do repasse das informações adquiridas ao longo da vida para as gerações seguintes. Nasceu antes mesmo da educação escolar (formal), uma vez que esta última é uma criação histórica, ou seja, não existe desde sempre e mesmo depois de sua criação, independente da sociedade onde está inserida, é um, dentre outros mecanismos educacionais, dada a complexidade do ser humano (TRILLA, 2008).

Nesse sentido, Trilha (1996) corrobora ao apontar que a terminação “educação não formal” e a necessidade de maior ênfase nos espaços não formais de ensino, começa a aparecer relacionada ao campo pedagógico simultaneamente a uma série de críticas ao sistema educacional formalizado, em um momento de crise do sistema escolar que se tornava impossibilitado de responder as demandas sociais que lhe era imposta e desejada (TRILLA, 2008).

Colley et al. (2002) propõe a discussão em torno das três modalidades educativas que podem e devem se complementar, na busca por uma aprendizagem que forme sujeitos autônomos diante das problemáticas que se apresentam, utilizando como referências quatro aspectos principais: processo, conteúdo, estrutura e propósito. Assim, este autor define as tipologias educativas da seguinte forma: O ensino formal: a aprendizagem tradicionalmente dispensada por um ensino ou de formação, estruturada (em termos de objetivos, duração e recursos), conducente à certificação. O ensino formal é intencional do ponto de vista do aluno. O ensino não formal: a aprendizagem que não é assegurada por um ensino ou de formação e normalmente não conduz à certificação. É, todavia, estruturada (em termos de objetivos, duração e recursos). Educação Não Formal é intencional do ponto de vista do aluno. O ensino informal: a aprendizagem decorrente das atividades de vida diária relacionadas ao trabalho, família ou lazer. Não é estruturada (em termos de objetivos, duração e recursos) e tradicionalmente não conduz à certificação. A aprendizagem informal pode ser intencional, mas, na maioria dos casos, é não intencional (ou fortuita/aleatória) (COLLEY et al., 2002, p.11).

Espaços não formais, como museus, centros de ciência e estações de tratamento de esgoto, possibilitam a articulação entre teoria e

prática, promovendo experiências educativas contextualizadas e interdisciplinares (MARANDINO, 2015). No caso das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), observa-se um potencial pedagógico significativo para o ensino de conceitos químicos relacionados a reações químicas, processos de separação de misturas, equilíbrio químico, pH, oxidação-redução e química ambiental (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar e analisar uma proposta de ensino investigativo em Química desenvolvida em um espaço não formal — uma ETE —, buscando compreender como a visita técnica e a experimentação contribuem para a construção do conhecimento científico e para a superação de concepções prévias dos estudantes.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. Espaços Não Formais de Aprendizagem no Ensino de Ciências**

Os espaços não formais caracterizam-se por ambientes educativos organizados fora do sistema escolar tradicional, nos quais ocorrem ações intencionais de ensino e aprendizagem (JACOBUCCI, 2008). Segundo Marandino (2015), tais espaços ampliam as possibilidades educativas ao favorecerem a interação direta com fenômenos científicos e tecnológicos.

O espaço formal de ensino por si só já é reconhecido, mas o espaço não formal de educação tem sido cada vez mais discutido também como uma das possibilidades para ampliação deste desenvolvimento dos indivíduos. O espaço não formal é considerado aquele ambiente que permite o compartilhamento de experiências, principalmente de situações interativas construídas coletivamente, e

que não se utilizam do espaço formal da sala de aula, e ambiente escolar, para acontecer (GOHN, 2006). Gohn (2006) destaca que aulas em espaços não formais buscam desenvolver laços de pertencimento, construção de aprendizagens e saberes coletivos; e sua finalidade é ampliar os conhecimentos sobre o mundo e o entorno dos indivíduos. Goldschmidt et al. (2014) afirmam que aulas em espaços não formais podem receber diferentes denominações, entre elas, saída de campo, visitas externas, excursões, visitas orientadas e passeios de estudos, expedições investigativas.

No ensino de Química, esses espaços permitem a contextualização dos conteúdos, tornando-os mais significativos e socialmente relevantes (CHASSOT, 2003). A aprendizagem ocorre a partir da problematização de situações reais, estimulando a curiosidade e o pensamento crítico dos estudantes (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

## **2.2. Ensino Investigativo e Aprendizagem Significativa**

A abordagem investigativa fundamenta-se na ideia de que o aluno deve assumir papel ativo na construção do conhecimento, formulando hipóteses, realizando experimentos, analisando dados e discutindo resultados (CARVALHO et al., 2013). Essa perspectiva dialoga diretamente com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), segundo a qual novos conhecimentos são incorporados à estrutura cognitiva do estudante a partir de conceitos prévios relevantes.

No contexto do ensino de Química, o ensino investigativo favorece a compreensão dos conceitos científicos ao relacioná-los com situações do cotidiano e problemas reais, como o tratamento de esgoto e a preservação dos recursos hídricos (POZO; CRESPO, 2009).

### 3. METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória, desenvolvida com uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública do Programa Ensino Integral (PEI) do Estado de São Paulo. A proposta didática foi organizada em três etapas: levantamento de concepções prévias, visita técnica à ETE e realização de experimento investigativo.

#### 3.1. Visita Técnica à Estação de Tratamento de Esgoto

Durante a visita, os estudantes conheceram as etapas do tratamento do esgoto: gradeamento, decantação, tratamento biológico, aeração e desinfecção (Figura 1). A professora mediou discussões relacionando os processos observados a conceitos químicos, como separação de misturas, reações de oxidação-redução e controle de pH.



**Figura 1.** Visão geral da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) de Fernandópolis-SP.

Fonte: Os autores

## **3.2. Experimento Investigativo**

Após a visita, os alunos realizaram um experimento investigativo no laboratório de Química da escola, analisando amostras de água antes e depois do tratamento. As amostras foram fornecidas pelo responsável técnico da ETE.

### **Experimento:**

*Análise de parâmetros de qualidade da água*

### **Materiais:**

- Amostras de água bruta e tratada
- Papel indicador de pH
- Solução de sulfato ferroso
- Oxímetro ou método alternativo para oxigênio dissolvido

### **Questão-problema:**

Quais alterações químicas ocorrem na água ao longo do processo de tratamento do esgoto?

Os estudantes formularam hipóteses, realizaram medições e registraram os resultados em tabelas.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Concepções Prévias dos Estudantes**

Antes da visita, os alunos associavam o tratamento de esgoto apenas à “filtragem da sujeira”, demonstrando desconhecimento dos

processos químicos envolvidos. Um estudante afirmou:

“Eu achava que o esgoto só passava por peneiras.”

No transcorrer da visita à ETE, os estudantes receberam informações de que a cidade de Fernandópolis, foi destaque no evento do Instituto Trata Brasil, “Casos de Sucesso em Saneamento Básico – Municípios e Parcerias Público Privada 2020”, apresentando desempenho positivo diante da operação pública estadual dos serviços de saneamento básico na cidade. Atualmente, a cidade abastece 100% da população. 99,8% dos habitantes têm coleta dos esgotos e 96,7% do volume do esgoto gerado é tratado. Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (SNIS).

Após a visita à ETE, a professora conduz em sala de aula **diálogos didáticos, bem fundamentados**, conduzindo os alunos a compreenderem **o tratamento de esgotos em uma ETE**, com foco nos **processos físicos e químicos** (e um pouco dos biológicos, quando ajuda a dar sentido).

#### **4.2. Visão Geral da ETE e Tratamento Preliminar (processos Físicos)**

**Professora:** Pessoal, quando o esgoto chega a uma Estação de Tratamento de Esgotos, ele já está pronto para ser tratado biologicamente?

**Aluno 1:** Acho que não, porque ele vem com muito lixo misturado.

**Professora:** Exatamente. Então, qual é a primeira etapa do tratamento?

**Aluno 2:** A retirada dos sólidos maiores.

**Professora:** Isso mesmo. Essa etapa é chamada de **tratamento preliminar**. Alguém sabe que processos físicos acontecem aqui?

**Aluno 3:** Tem as grades, que seguram o lixo maior.

**Professora:** Ótimo! As **grades** retêm materiais como plásticos, panos e pedaços de madeira. Depois disso, temos a **caixa de areia**. Qual é a função dela?

**Aluno 1:** Separar a areia e as partículas mais pesadas?

**Professora:** Perfeito. Esse processo se chama **sedimentação**, um processo físico baseado na diferença de densidade entre as partículas e a água.

### 4.3. Tratamento Primário e Processos Físico-químicos

**Professora:** Após o tratamento preliminar, o esgoto segue para os **decantadores primários**. O que acontece neles?

**Aluno 2:** Os sólidos mais leves ficam na superfície e os mais pesados vão para o fundo.

**Professora:** Muito bem. Esse processo também é físico e recebe o nome de **decantação**. Mas, em algumas ETEs, adicionamos produtos químicos. Alguém sabe por quê?

**Aluno 3:** Para ajudar a separar melhor as impurezas?

**Professora:** Exatamente. Usamos substâncias como **sulfato de alumínio ou cloreto férrico**, que provocam a **coagulação e floculação**. Alguém consegue explicar o que isso significa?

**Aluno 1:** As partículas pequenas se juntam e formam flocos maiores.

**Professora:** Perfeito! Esses flocos ficam mais pesados e decantam com mais facilidade, melhorando a remoção de poluentes.

#### 4.4. Relação Entre Processos Químicos e Qualidade da Água

**Professora:** Por que vocês acham que os processos químicos são tão importantes no tratamento do esgoto?

**Aluno 2:** Porque só os processos físicos não conseguem remover tudo.

**Professora:** Exatamente. Muitos poluentes estão dissolvidos na água. A coagulação química ajuda a remover substâncias que causam **turbidez, cor e parte da matéria orgânica**.

**Aluno 3:** E se esses processos não forem bem-feitos?

**Professora:** Boa pergunta. A água tratada pode sair com excesso de poluentes, prejudicando rios, lagos e a saúde humana. Por isso, cada etapa da ETE precisa ser bem controlada.

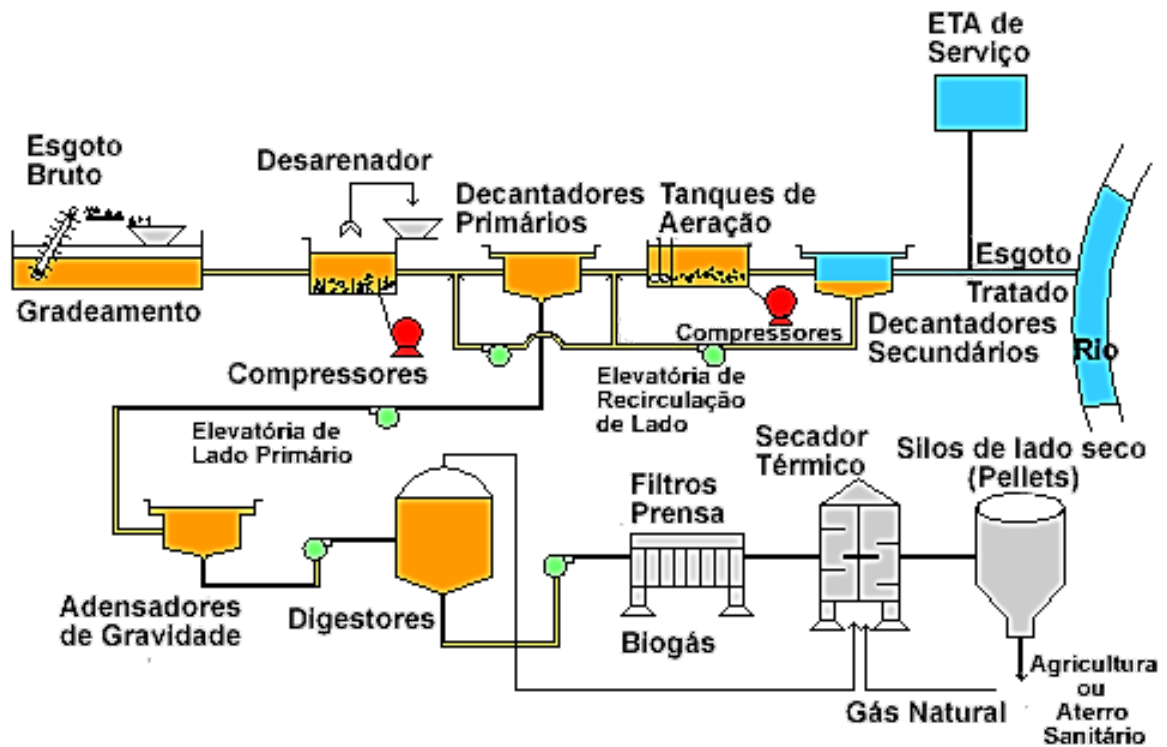
#### **4.5. Conexão com o Cotidiano**

**Professora:** *Vocês conseguem perceber como o tratamento de esgotos está ligado ao nosso dia a dia?*

**Aluno 1:** *Sim, porque tudo o que jogamos no ralo vai parar na ETE.*

**Professora:** *Exatamente. Quando evitamos jogar óleo, lixo ou produtos químicos no esgoto, facilitamos os **processos físicos e químicos** da estação e ajudamos o meio ambiente.*

Para facilitar a visualização e garantir a plena compreensão dos alunos, a professora detalhou cada uma das etapas do tratamento de esgotos na ETE utilizando um **slide explicativo** (Figura 2). Por meio desse recurso visual, ela percorreu todo o fluxo do processo — desde a chegada do efluente bruto e a remoção de sólidos no tratamento preliminar até as fases biológicas e a decantação final — permitindo que a turma acompanhasse de forma didática como a água é purificada antes de retornar ao meio ambiente.



**Figura 2.** Slide explicativo utilizado pela professora para explicar o processo e etapas de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).

Fonte: <https://amigopai.wordpress.com/2015/08/23/tratamento-de-esgoto/>

O tratamento numa ETE tem as seguintes etapas:

- **Gradeamento:** o esgoto passa por grades, onde ocorre a remoção de sólidos grosseiros que estão em suspensão.
- **Desarenação:** quando ocorre a remoção da areia por sedimentação.
- **Floculação:** são lançados produtos químicos no esgoto a fim de causar o agrupamento das partículas nocivas, que serão removidas na próxima etapa.
- **Decantação Primária:** consiste em separar o lodo do líquido (efluente bruto), por meio da sedimentação.
- **Tanque de Aeração:** onde é removida a matéria orgânica. É realizada por meio da ação de microrganismos (bactérias,

protozoários, fungos etc).

- **Decantação Secundária e Retorno do Lodo:** ocorre a clarificação do efluente e a parte do lodo com os microrganismos volta ao sistema.
- **Elevatória do Lodo Excedente e Descarte do Lodo:** onde acontece o descarte do lodo excedente que é direcionado para a seção de tratamento de lodo.
- **Adensamento do Lodo:** redução do volume do lodo por meio de eliminação de água.
- **Digestão Anaeróbia:** ocorre a eliminação de material causador de doenças presente no lodo fresco. O lodo passa depois por uma série de tratamentos químicos, podendo ser usado para gerar biogás ou fertilizantes.

Uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) tem como finalidade a remoção de contaminantes físicos, químicos e biológicos presentes nos efluentes domésticos e industriais antes de seu lançamento nos corpos hídricos. Ao longo das diferentes etapas de tratamento, ocorrem numerosos processos químicos que envolvem reações de oxidação e redução, hidrólise, precipitação, adsorção e equilíbrios ácido-base, desempenhando papel fundamental na remoção da matéria orgânica, de nutrientes e de microrganismos patogênicos. Assim, o funcionamento de uma ETE constitui um sistema complexo no qual conceitos fundamentais da química podem ser observados de forma aplicada e integrada.

No tratamento preliminar predominam operações físicas, como gradeamento e desarenação, responsáveis pela remoção de sólidos

grosseiros e partículas minerais. Embora não ocorram reações químicas intencionais nessa etapa, há fenômenos associados à separação de fases e à sedimentação, dependentes das propriedades físico-químicas das substâncias presentes, como densidade, tamanho de partículas e afinidade entre fases. A remoção de óleos e graxas, quando realizada, está relacionada à baixa solubilidade desses compostos em água e à formação de sistemas heterogêneos, influenciados por forças intermoleculares.

O tratamento primário envolve a remoção de sólidos suspensos e de parte da matéria orgânica particulada, principalmente por sedimentação. Em sistemas que utilizam coagulação e floculação, são adicionados coagulantes químicos, como sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) ou cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ ), os quais sofrem reações de hidrólise em meio aquoso. No caso do alumínio, a reação pode ser representada de forma simplificada por:



De modo análogo, o ferro(III) reage com a água formando hidróxido férrico:



Os hidróxidos metálicos formados são precipitados gelatinosos que adsorvem partículas coloidais e neutralizam suas cargas elétricas, promovendo a agregação em flocos maiores, que podem ser removidos por sedimentação. Esses processos estão diretamente relacionados aos equilíbrios ácido-base, à influência do pH do meio e aos fenômenos de adsorção e precipitação.

O tratamento secundário é baseado na degradação da matéria orgânica dissolvida e coloidal por meio de reações químicas de oxidação, mediadas pela atividade metabólica de microrganismos. Em sistemas aeróbios, a matéria orgânica, representada genericamente pela fórmula empírica  $\text{CH}_2\text{O}$ , é oxidada na presença de oxigênio, conforme a reação global simplificada:



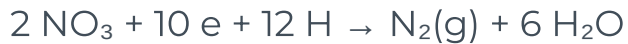
Essa reação corresponde à oxidação do carbono orgânico e à redução do oxigênio molecular, caracterizando um processo de oxirredução que resulta na diminuição da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) do efluente. Em sistemas anaeróbios, como os reatores UASB, a matéria orgânica é convertida principalmente em metano e dióxido de carbono, conforme reações globais simplificadas, tais como:



Essas transformações envolvem uma sequência de reações redox, associadas à química do carbono e à produção de biogás. Além da remoção da matéria orgânica, muitas ETEs realizam a remoção de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo. A remoção do nitrogênio ocorre por meio das etapas de nitrificação e desnitrificação. Na nitrificação, realizada em condições aeróbias, a amônia é oxidada inicialmente a nitrito e, posteriormente, a nitrato, conforme as reações:

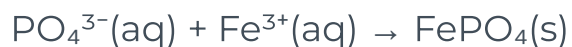


Na etapa seguinte, denominada desnitrificação, realizada em ambiente anóxico, o nitrato é reduzido a gás nitrogênio, que é liberado para a atmosfera. Uma equação global simplificada para esse processo é:

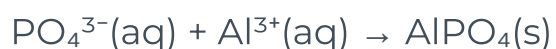


Essas reações evidenciam a alternância entre processos de oxidação e redução e a importância do controle do potencial redox e do pH no sistema.

A remoção do fósforo pode ocorrer por precipitação química, mediante a adição de sais de ferro ou alumínio. O fosfato presente no esgoto reage com íons metálicos, formando compostos insolúveis, como ilustrado pela equação:



ou



Os precipitados formados são removidos juntamente com o lodo, reduzindo a concentração de fósforo no efluente final.

O tratamento terciário, ou avançado, envolve processos destinados ao polimento do efluente. A adsorção em carvão ativado ocorre por interações físico-químicas entre os contaminantes orgânicos e a superfície do material adsorvente, não sendo descrita por uma equação estequiométrica simples, mas relacionada a forças de Van der Waals e interações hidrofóbicas. A desinfecção química, por sua

vez, pode ser realizada por cloração, na qual o cloro reage com a água formando espécies oxidantes, conforme o equilíbrio:



O ácido hipocloroso (HOCl) é a principal espécie responsável pela inativação de microrganismos, atuando como agente oxidante sobre componentes celulares. Processos alternativos de desinfecção incluem o uso de ozônio, cuja decomposição gera espécies altamente reativas, conforme:



O tratamento do lodo gerado nas diferentes etapas da ETE também envolve transformações químicas relevantes. Na digestão anaeróbia, ocorre a conversão da matéria orgânica em biogás, principalmente metano e dióxido de carbono, por meio de reações semelhantes às observadas nos reatores anaeróbios do tratamento secundário. O condicionamento químico do lodo, realizado com polímeros orgânicos, promove a neutralização de cargas e a agregação das partículas, facilitando sua desidratação.

Dessa forma, a análise das reações e equações químicas associadas às etapas de uma Estação de Tratamento de Esgotos evidencia o papel central da química na mitigação de impactos ambientais e na proteção da saúde pública. No âmbito do ensino de Química, a utilização desse sistema promove a articulação de conceitos fundamentais — tais como reações de oxirredução, equilíbrio químico, solubilidade, cinética e equilíbrios ácido-base — em um cenário de aprendizagem integrada e socialmente relevante. Para o estudante, essa abordagem transpõe a abstração teórica, permitindo que a compreensão dos fenômenos seja solidificada por

meio do domínio das ferramentas químicas essenciais. Nesse sentido, a capacidade de **identificar** e **balancear** as equações químicas inerentes ao processo torna-se um passo crucial: ao quantificar as transformações observadas, o aluno deixa de apenas memorizar fórmulas para compreender a estequiometria e a conservação da massa, resultando na efetiva **sedimentação dos conceitos** e no desenvolvimento de um pensamento crítico sobre as transformações da matéria.

#### **4.6. Resultados Experimentais**

A aprendizagem efetiva dos alunos por meio da experimentação constitui uma estratégia pedagógica essencial para a construção de conhecimentos científicos significativos. Os resultados obtidos nas atividades experimentais, apresentados na Tabela 1, evidenciam avanços claros na compreensão dos processos de tratamento de água, permitindo aos estudantes relacionar conceitos teóricos com situações reais observadas durante a visita à Estação de Tratamento de Esgotos (ETE).

A análise dos parâmetros físico-químicos da água — pH, oxigênio dissolvido e turbidez — possibilitou aos alunos compreender, de forma concreta, as transformações que ocorrem ao longo do processo de tratamento. Observa-se que a água bruta apresentou pH de 6,2, caracterizando um meio levemente ácido, enquanto a água tratada atingiu pH de 7,1, próximo à neutralidade, evidenciando a eficiência das etapas de correção química realizadas na ETE. Esse resultado favoreceu a assimilação do conceito de pH, frequentemente abstrato quando abordado apenas de forma teórica (Figura 3).



**Figura 3.** Alunos realizando a atividade experimental no laboratório e amostras de água bruta e tratada coletadas na ETE para análise.

Fonte: Os autores

Em relação ao oxigênio dissolvido, a diferença entre as amostras foi significativa: a água bruta apresentou apenas 1,8 mg/L, indicando baixa qualidade e possível presença de matéria orgânica em decomposição, enquanto a água tratada alcançou 6,5 mg/L, valor compatível com condições adequadas para a manutenção da vida aquática. A experimentação permitiu aos alunos compreenderem a importância desse parâmetro para os ecossistemas aquáticos e para a saúde ambiental, consolidando a aprendizagem a partir da observação direta dos resultados (Tabela 1).

A turbidez, classificada como alta na água bruta e baixa na água tratada, reforçou visualmente a eficácia dos processos físicos de decantação e filtração. Esse aspecto foi especialmente relevante para a aprendizagem, pois a percepção visual facilitou a compreensão dos mecanismos envolvidos na remoção de partículas em suspensão, promovendo uma relação imediata entre o fenômeno observado e o conceito científico estudado.

Nesse contexto, a transposição didática dos conceitos científicos ocorreu de maneira eficiente, uma vez que os conhecimentos acadêmicos foram adaptados para uma linguagem acessível, mediada pela experimentação e pela visita à ETE. A vivência prática possibilitou que conteúdos como qualidade da água, saneamento básico e processos de tratamento deixassem de ser abstratos e passassem a fazer parte da realidade dos alunos, favorecendo uma aprendizagem significativa.

Dessa forma, a associação entre atividades experimentais e a visita técnica à Estação de Tratamento de Esgotos mostrou-se fundamental para o desenvolvimento da aprendizagem efetiva. Os dados apresentados na tabela confirmam que a experimentação promoveu maior compreensão, participação e interesse dos alunos, contribuindo para a formação de sujeitos críticos e conscientes acerca da importância do saneamento básico e da preservação dos recursos hídricos.

**Tabela 1.** Parâmetros analisados nas amostras de água.

<b>Parâmetro</b>	<b>Água Bruta</b>	<b>Água Tratada</b>
pH	6,2	7,1
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	1,8	6,5
Turbidez	Alta	Baixa

Fonte: Os autores

Os dados evidenciam alterações significativas nos parâmetros físico-químicos, corroborando estudos sobre eficiência do tratamento de esgoto (VON SPERLING, 2005).

### **4.3. Diálogos e Mediação Docente**

Durante a análise dos resultados, a professora questionou:

“Por que o pH da água tratada se aproxima da neutralidade?”

Esse diálogo possibilitou a discussão sobre reações químicas de neutralização e controle químico do tratamento, promovendo a reconstrução conceitual dos estudantes, conforme defendido por Carvalho et al. (2013).

### **4.4. Conceitos Químicos Trabalhados**

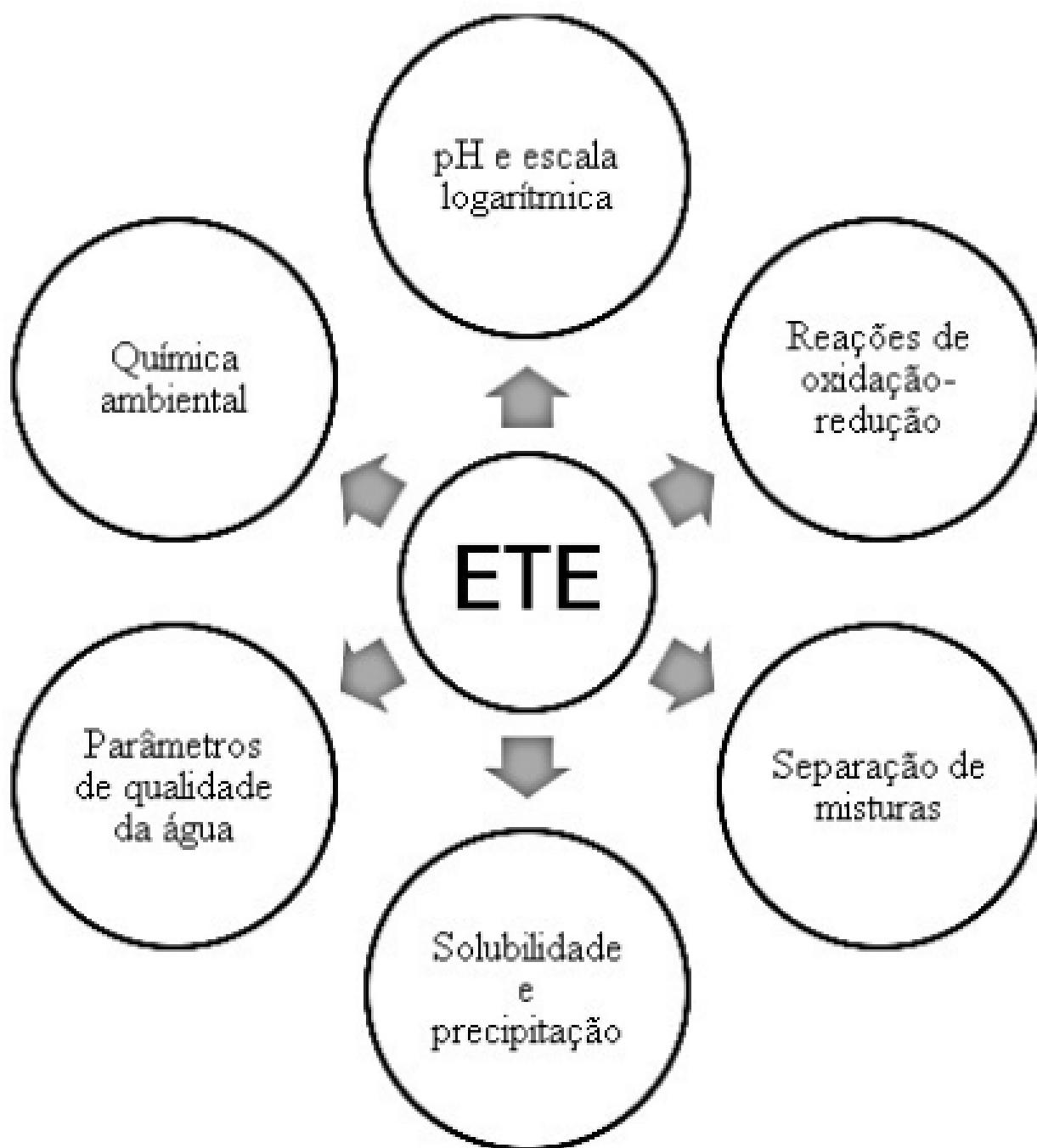
A visita à ETE funciona como uma ponte entre a teoria e o mundo real (Figura 4). Os alunos conseguem visualizar fenômenos químicos em escala industrial, como:

- Separação de Misturas: Observação direta de processos de decantação, sedimentação e filtração.
- Reações Químicas e Equilíbrio: Aplicação de coagulantes, floculantes e corretores de pH, além da desinfecção com cloro ou ozônio.
- Bioquímica: O papel de microrganismos na decomposição de matéria orgânica em reatores anaeróbios e filtros biológicos.

#### **4.4.1. Ganho Cognitivo e Aprendizagem Significativa**

O ganho cognitivo ocorre quando o estudante deixa de ser um espectador passivo e passa a interagir com o objeto de estudo em um ambiente dinâmico.

- Resignificação do Conhecimento: Ambientes não formais facilitam a comunicação diferenciada, tornando a linguagem científica mais simples e dinâmica.
- Habilidades Críticas: A visita estimula a percepção de mudanças químicas no meio físico e a compreensão da Química como ferramenta de preservação ambiental e saúde pública.
- Solidificação de Conceitos: Ao ver a aplicação prática, o aluno tende a reter melhor o conteúdo, superando a memorização mecânica por meio de uma aprendizagem socialmente relevante.



**Figura 4.** Conceitos químicos trabalhados ao longo da atividade em relação à ETE .

Fonte: Os autores.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que a utilização da ETE como espaço não formal de aprendizagem contribuiu significativamente para a compreensão dos conceitos químicos, promovendo maior engajamento e participação dos estudantes. A abordagem investigativa, aliada à mediação docente, possibilitou a superação de concepções prévias e favoreceu a aprendizagem significativa,

evidenciando o potencial pedagógico de espaços não formais no ensino de Química.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ensino de Ciências por investigação.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

COLLEY, H.; HODKINSON, P.; MALCOLM, J. Non-formal learning: mapping the conceptual terra in Aconsultation report. Leeds: **University of Leeds Lifelong Learning Institute**, 2002.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica:** questões e desafios para a educação. Ijuí: Unijuí, 2003.

GOHN, Maria Glória. **Educação não formal e cultura política.** São Paulo: Cortez, 2006.

GOLDSCHMIDT, Andréalnés.; SILVA, Karolina Martins Almeida e.; PARANHOS, Rones de Deus.; GUIMARAES, Simone Sendin Moreira. **Ensino-Aprendizagem de Ciências e Biologia III.** In: Licenciatura em Ciências Biológicas.1ed. Cristiane Lopes Simão Lemos. (Org.) Goiânia: UFG/CIAR, v. 5, p. 257-317, 2014.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica. **Em Extensão**, v. 7, n. 1, p. 55–66, 2008.

MARANDINO, M. **Educação em museus**: a mediação em foco. São Paulo: FEUSP, 2015.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química**: compromisso com a cidadania. Ijuí: Unijuí, 2010.

TRILLA, J. A educación non formal e a cidade educadora. Dúas perspectivas (unha analítica e outra globalizadora) do universo da educación. **Revista Galega do Ensino**, especial: a educación no século XX, n. 24, set. 1999.

TRILLA, J. **A educação não formal**. In: ARANTES, V. A. (Org.). Educação formal e não-formal: pontos e contrapontos. São Paulo: Summus, 2008. p, 15-58.

TRILLA; J.; GHANEM, E.; ARANTES, V. A. **Entre pontos e contrapontos**. In: ARANTES, V. A. (Org.). Educação formal e não-formal: pontos e contrapontos. São Paulo: Summus, 2008. p, 58-89.

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

---

<sup>1</sup> Docente do Curso Superior de Engenharia Química da Universidade Brasil, *Campus* de Fernandópolis-SP. Doutor em Química pelo Instituto de Química (UNESP- *Campus de Araraquara-SP*). E-mail: [kmininel17@gmail.com](mailto:kmininel17@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente do Curso Superior de Engenharia Química da Universidade Brasil, *Campus* de Fernandópolis-SP. Mestre em Química (PPGQUIM/UNESP-Araraquara-SP). E-mail: [silvana.mininel@ub.edu.br](mailto:silvana.mininel@ub.edu.br)