



# A METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ALIADA AO CASO CELOBAR: POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE ESTEQUIOMETRIA

## THE PROBLEM-SOLVING METHODOLOGY ALLIED WITH THE CELOBAR CASE: POSSIBILITIES FOR TEACHING STOICHIOMETRY

Camila Greff Passos  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ [camilagpassos@gmail.com](mailto:camilagpassos@gmail.com)

Juliana Lisiane Vestfahl  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ [julivestfahl@gmail.com](mailto:julivestfahl@gmail.com)

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ [daniel.azevedo@ufrgs.br](mailto:daniel.azevedo@ufrgs.br)

**RESUMO:** O objetivo deste estudo é analisar as formas de contribuição da metodologia de Resolução de Problemas para o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com o Ensino de Estequiometria no contexto de um curso Técnico em Química. O estudo foi desenvolvido com 16 alunos do 1º ano, no turno da noite de uma escola pública estadual da cidade de Novo Hamburgo/RS. Os dados foram produzidos através de registros no diário de campo, questionários e de produções escritas dos educandos, para posterior análise qualitativa e interpretativa. Os resultados apontam que a metodologia de Resolução de Problemas favoreceu o processo de ensino e aprendizagem em âmbito de conteúdos conceituais como balanceamento, proporcionalidade e a importância das propriedades físico-químicas dos reagentes nas reações, assim como atitudinais, uma vez que possibilitou a discussão sobre ética profissional e aspectos da responsabilidade técnica. No que diz respeito aos conteúdos procedimentais, estes foram verificados na realização de pesquisa em fontes bibliográficas, elaboração das apresentações, propostas de trabalho em equipe durante a resolução dos problemas, além da argumentação durante o debate final acerca do tema tratado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Estequiometria. Resolução de Problemas. Caso Celobar.

**ABSTRACT:** The objective of this study is to analyse the ways in which the Problem-Solving methodology contributes to the development of conceptual, procedural, and attitudinal contents related to the Teaching of Stoichiometry in the context of Technical Education in Chemistry. The study was carried out with 16 students of the 1st grade of high school, in the evening shift of a state public school in the city of Novo Hamburgo/RS. Data were produced by means of records in the field diary, questionnaire, and written productions of students, for subsequent qualitative and interpretive analysis. The results indicate that the Problem-Solving methodology favoured the teaching and learning process in terms of conceptual contents such as balancing, proportionality and the importance of the physical-chemical properties of the reactions, as well as attitudinal, since brought the discussion on professional ethics and aspects of technical responsibility. Regarding to procedural contents, they were verified when conducting research in bibliographic sources, preparing presentations, proposals for teamwork during problem-solving, beyond the argumentation during the final debate on the subject.

**KEY WORDS:** Stoichiometry Teaching. Problem-Solving. Celobar Case.

## Introdução

Brown *et al.* (2016), definem que “estequiometria é o campo de estudo que examina as quantidades das substâncias consumidas e produzidas nas reações químicas” (p. 84). Ainda, segundo eles, a estequiometria “fornece um conjunto essencial de ferramentas amplamente utilizadas em Química que tem diversas aplicações” (Brown *et al.*, p. 84). Torna-se necessário destacar a importância do conteúdo de estequiometria para o aprofundamento do conhecimento químico, possibilitando ao educando, além do aspecto conceitual, a construção de habilidades de analisar e interpretar fenômenos e processos. O estudo da estequiometria pode fornecer subsídios que orientam a tomada de decisões individuais e coletivas acerca de aperfeiçoamento de processos produtivos, discussões sobre questões éticas, a responsabilidade e a consciência cidadã na busca pelo desenvolvimento humano e científico sustentável e pela preservação da vida (Haupt, 2020).

De acordo com Haupt (2020), as dificuldades apresentadas pelos estudantes, no que se refere à aprendizagem da Estequiometria das reações, estão associadas ao grau de abstração e de transição entre os níveis de representação da matéria necessários para interpretar os enunciados e as reações estudadas. Ademais, tais dificuldades podem estar relacionadas à necessidade do uso e integração da linguagem matemática, física e química, assim como à confusão conceitual entre mol, constante de Avogadro, massa molar e à forma mecanizada como o conteúdo é abordado em muitos casos, com enfoque no aspecto matemático em detrimento de uma interpretação química (Andrade, 1998; Cazzaro, 1999; Costa & Zorzi, 2008).

Dessa forma, procurando alternativas metodológicas para mitigar tais dificuldades no processo de ensino e aprendizagem da estequiometria, identificam-se relatos na literatura sobre o uso do princípio norteador da História e Filosofia da Ciência (Ribeiro & Fonseca, 2021), do uso de Situações de estudo (Campos & Junges, 2020), assim como do uso de organizadores prévios para fomentar o estudo da estequiometria das reações (Haupt, 2020). Nesse sentido, considerando as contribuições da literatura e as experiências prévias com o uso da metodologia de Resolução de Problemas (Ribeiro, 2020; Ribeiro *et al.*, 2020; 2021), questiona-se: Quais as potencialidades da metodologia de Resolução de Problemas (Pozo, 1998), para o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (Zabala, 1998) relacionados com o Ensino de Estequiometria no contexto do Ensino Técnico em Química?

A Resolução de Problemas (RP) pode ser caracterizada como uma metodologia de ensino e aprendizagem ativa, por favorecer a investigação, elaboração de hipóteses e incentivar os alunos para que aprendam de forma autônoma e participativa, partindo de problemas e situações reais. Além de estimular o estudante a pensar e desenvolver seu lado crítico, permitindo aprimorar a cognição e a aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (Zabala, 1998; Ribeiro *et al.*, 2019). O problema pode ser definido como uma situação em que o estudante não possui uma resposta imediata, levando-o a pesquisar hipóteses possíveis para uma solução. A solução não é uma resposta fechada e objetiva, mas sim, aberta, podendo ser refutada e gerar outros problemas (Pozo, 1998).

Fernandes e Campos (2017) buscaram identificar as tendências de pesquisa da RP para o Ensino de Química, e os resultados apontam um crescimento promissor quanto ao uso dessa metodologia de ensino, principalmente por proporcionar a aprendizagem de forma colaborativa entre estudantes e professores, por meio da investigação sobre alguma temática. Dentre as temáticas possíveis para a elaboração dos problemas, neste trabalho optou-se pela dos medicamentos.

Sabe-se que a Química está presente em nosso dia a dia das mais diversas maneiras, dentre tantas nos fármacos, os quais relacionam-se ao princípio ativo responsável pelo tratamento e, em

muitos casos, pela cura de doenças. Assim sendo, a formulação farmacêutica, isto é, aquela que é vendida nas farmácias, é chamada de “medicamento” (Barreiro, 2001).

Cada vez mais, há uma grande produção de medicamentos, uma vez que os avanços em ciência e tecnologia possibilitaram ampliações no campo da medicina como no campo farmacêutico, com destaque para os medicamentos. Com o auxílio dos meios de comunicação, os fármacos tornam-se populares e o consumo deles aumenta, havendo, muitas vezes, a utilização indiscriminada de medicamentos (Barreiro, 2001; Reppold *et al.*, 2021). Dessa forma, surgem questões pertinentes ao uso consciente desses fármacos, assim como os perigos da automedicação, causando, inclusive, intoxicações. Além disso, vêm à tona indagações de como descartar adequadamente medicamentos vencidos ou de sobra de tratamento, qual a diferença entre os medicamentos genéricos, similares e os de referência. Assim sendo, os docentes podem empregar a temática dos medicamentos, relacionando-a Química, como uma maneira de construir atividades que possibilitem a reflexão sobre o potencial da utilização da contextualização de questões socioambientais na busca da superação de uma mera exemplificação de fenômenos científicos no seu cotidiano.

Nesse contexto, faz-se importante a inclusão do debate acerca de medicamentos, automedicação e intoxicação, por intermédio de fármacos, nas aulas de Química da Educação Básica e, principalmente, no curso Técnico em Química, com o intuito de que o educando desenvolva a habilidade de pensamento crítico, enquanto aprende conceitos fundamentais em um processo de educação científica o qual possibilite ao aprendiz um entendimento do mundo que o cerca e o faça exercer sua cidadania de forma plena. Assim sendo, a temática medicamentos pode ser empregada para impedir a defasagem e fragmentação de conteúdos, além de promover o pensamento crítico dos estudantes diante da resolução de situações apresentadas.

Estudos anteriores já demonstraram a possibilidade de se trabalhar a temática Medicamentos para abordar um conteúdo químico em que os alunos demonstram grande dificuldade de compreensão, o Ensino de Estequiometria (Rodrigues & Correia, 2013). Convergente a essa possibilidade, Marcondes (2008) entende que os conteúdos abordados em sala de aula devem ter uma significação humana e social, de maneira a interessar, provocar o aluno e permitir uma leitura mais crítica do mundo físico e social. Desse modo, a utilização de temáticas que permitem o questionamento do que os alunos precisam saber de Química pode favorecer para que os aprendizes exerçam melhor sua cidadania.

Nessa linha de pensamento, considerando a metodologia de RP associada à temática medicamentos, por meio do estudo do Caso Celobar<sup>1</sup>, elaborou-se uma sequência didática para o desenvolvimento das aulas sobre estequiometria, em uma disciplina inicial de um curso Técnico em Química, no período do estágio de docência do curso de Licenciatura em Química. Nesse contexto, o objetivo deste estudo é analisar as formas de contribuição da metodologia de Resolução de Problemas, para o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com o Ensino de Estequiometria no contexto do Ensino Técnico em Química.

## Fundamentação Teórica

### O ensino de estequiometria e a metodologia de resolução de problemas

Na busca por compreender os conceitos da estequiometria, pode-se pensar na introdução da palavra que foi criada por Richter em 1972 (Cazzaro, 1999). A palavra estequiometria vem do

---

<sup>1</sup>O Celobar é um contraste radiológico à base de sulfato de bário ( $\text{BaSO}_4$ ). Esse sal é pouco absorvido pelo organismo humano, o que torna relativamente segura sua utilização para ressaltar o tubo digestivo em exames de imagem.

grego “*stoicheon* = elemento e *metron* = medir”, referindo-se a cálculos, a fim de quantificar a matéria que está envolvida no processo químico. Sabe-se que a estequiometria é baseada, principalmente, em duas leis ponderais: na lei das proporções fixas (Lei de Proust, também denominada Lei das Proporções Constantes ou Definidas) que diz que uma substância qualquer que seja sua origem apresenta sempre a mesma composição em massa (Cazzaro, 1999) e na lei da conservação de massas (Lei de Lavoisier, postulada em 1785) que diz que a soma das massas dos reagentes é sempre igual à soma das massas dos produtos (Cazzaro, 1999). Partindo dos princípios que norteiam a estequiometria, deve-se buscar compreender as dificuldades dos aprendizes na compreensão dos mesmos e, com isso, buscar métodos didáticos que contribuam para o processo de ensino-aprendizagem de tais conceitos (Haupt, 2020).

Costa e Zorzi (2008) explicam que o nível de dificuldade apresentado pelos educandos na aprendizagem e compreensão dos conteúdos da estequiometria é alto. Dentre as razões que podem justificar essa dificuldade com a estequiometria, Cazzaro (1999) e Andrade (1998) apontam que a aprendizagem do cálculo estequiométrico envolve habilidades tais como: raciocínio proporcional, aritméticas, da conceituação de reações químicas, da conceituação de mol, massas molares e, principalmente, da interpretação da equação química.

Entretanto, o ensino e aprendizagem de estequiometria ultrapassa os limites do aspecto técnico, teórico, na forma de conteúdo pronto e acabado. A importância da estequiometria para a aprendizagem de Química pode ser defendida em uma perspectiva integradora, considerando que este tópico se relaciona com grande parte de outros conteúdos da disciplina bem como suas aplicações em diversos contextos. Araújo (2021, p. 20) considera que “a estequiometria é um campo da Química muito amplo, cheia de aplicações, variações e leis que devem ser seguidas no decorrer de todo o processo”. Santos (2013, p. 13) apresenta algumas vantagens no estudo do tópico, como o:

[...] fato de que praticamente todos os conteúdos da Química farão uso de equações químicas e de cálculos provenientes da estequiometria. Este conhecimento tem extrema aplicação no contexto tecnológico, por exemplo, quando falamos em indústria química não há como não pensar em cálculos estequiométricos e o entendimento desse conceito está diretamente relacionado à compreensão de vários fenômenos químicos que ocorrem ao nosso redor, sendo necessário para que os estudantes possam interpretar as transformações químicas em diferentes contextos.

Considerando a relevância dos conceitos relacionados ao estudo da estequiometria das reações, elaborou-se uma proposta pedagógica visando articular a estequiometria com a prática profissional dos técnicos em Química, mais precisamente a partir do Caso Celobar associado à metodologia de RP. A RP é um tipo de metodologia que tem como característica incitar os estudantes a investigar e pensar criticamente, logo, é uma proposta didática que permite aos sujeitos desenvolver uma ação ativa durante sua formação (Poço, 1998).

Essa perspectiva de aprendizagem pode ser considerada como uma das variantes do método *Problem Based Learning* (PBL) (Lima *et al.*, 2018). Importante dizer que a PBL pode ser implementada tanto para uma disciplina como para um conjunto de disciplinas. A PBL como método de ensino foi implantada na década de 1960 na Faculdade de Medicina da Universidade McMaster, Canadá, para superar lacunas formativas quanto à integração de conhecimentos teóricos e práticos e fazer com que os estudantes pudessem ter contato com situações reais de sua futura prática profissional (Sá & Queiroz, 2010). Nesse sentido, foi disseminada para outras universidades e cursos de diferentes áreas do conhecimento. No ensino de Ciências, passou a ser utilizada na década de 1990 (Herreid, 1994).

O primeiro pensador a chamar a atenção para as metodologias investigativas foi o educador norte americano John Dewey, na década de 1940, que também foi o responsável por introduzir a

proposta no processo educativo e a difundir sua importância para esse processo (Mori & Cunha, 2020). O método de ensino RP, sendo pautado num processo de investigação, é uma estratégia didática que tanto atende ao desenvolvimento da pessoa, como da sociedade em que ela vive, pois as pessoas são diariamente solicitadas para que usem suas habilidades para solucionar problemas (Pozo, 1998).

Visto isso, cabe à escola proporcionar experiências de aprendizagem que desenvolvam estas competências: pensamento crítico e tomada de decisão (Ribeiro *et al.*, 2020). O desenvolvimento de capacidades de pensamento reflexivo e de RP é objetivo fundamental da educação na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Brasil, 2018).

É importante observar a diferença entre um exercício e a resolução de um problema. Para Echeverría e Pozo (1998), o problema é uma situação em que os envolvidos não possuem uma resposta direta e imediata e nem uma fórmula (procedimento) que leve à solução. O exercício deve ser utilizado para operacionalizar conceitos, treinar técnicas e regras. Já um problema deve ser usado para desenvolver estratégias de raciocínio, permitir o desenvolvimento de conceitos e de conhecimentos processuais. Um exercício é caracterizado por ter uma resolução mecânica e uma solução predefinida, enquanto um problema só existe quando não se sabe de imediato como chegar à solução (Lopes, 1994). A RP permite o desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, porém é importante destacar que 'problema' é um termo idiossincrático, sendo assim, um enunciado pode ser um problema ou um exercício dependendo da pessoa que está resolvendo (Pozo, 1998; Fernandes & Campos, 2017).

Olhando para aprendizagem, a partir dessa perspectiva, um problema é entendido como uma situação que apresenta certo nível de dificuldade e para o qual não se tem de imediato uma solução. Dessa forma, para resolver um problema, requer-se a utilização de determinados procedimentos que envolvem processos intelectuais, motivacionais e operatórios. A RP permite o desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (Pozo, 1998; Fernandes & Campos, 2017).

Para tal, o problema deve estar relacionado ao conteúdo e temática que se deseja desenvolver, de modo que a sua discussão conduza o grupo a buscar um aprofundamento conceitual. Assim, é preciso que o problema instigue o grupo a pensar, a refletir e a se interessar pela pesquisa. Para isso, é preciso que o problema (seu enunciado) possua determinadas características, entre as quais destacam-se: contextualização, reflexão crítica, motivação e investigação. Para Ribeiro *et al.* (2020), essas características definem o problema como eficaz:

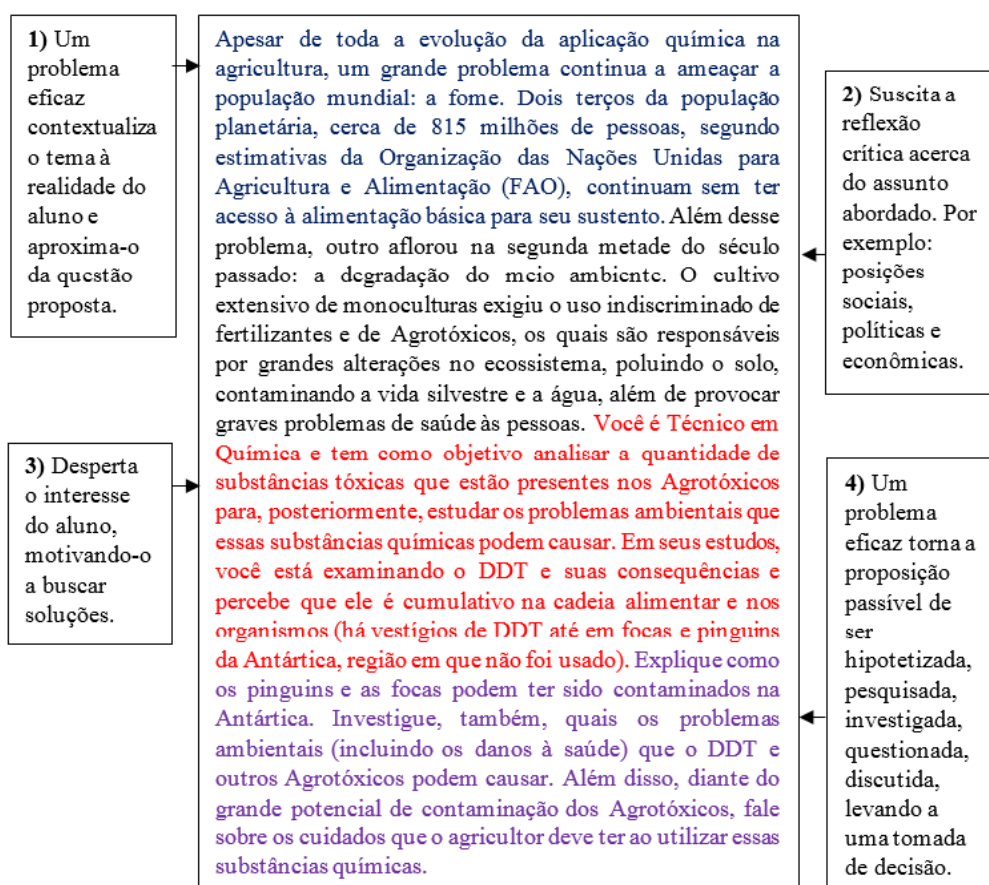
- a) Contextualização: situa o aluno na questão a ser resolvida com uma temática.
- b) Reflexão crítica: traz para o aluno a reflexão crítica sobre o tema, por exemplo: questões sociais, políticas, ambientais.
- c) Motivação: traz o aluno como parte integrante do contexto, como um personagem, para instigar a pesquisa sobre o tema.
- d) Investigação: o problema permite que os alunos elaborem hipóteses, pesquisem, questionem, discutam e cheguem a uma conclusão a respeito do problema proposto.

Elaborar o enunciado de um problema, por vezes, não é uma tarefa simples, visto que nos materiais disponíveis, como livros didáticos e materiais digitais, normalmente, encontram-se exercícios. Logo, os professores encontram dificuldades para elaborarem enunciados de problemas sugestivos e contextualizados (Goi & Santos, 2019). Na literatura, encontram-se algumas classificações para os enunciados dos problemas. Entretanto, há uma escassez de debates a respeito de como produzir bons problemas com o intuito de serem empregados nas aulas de Ciências com a metodologia da RP. Assim sendo, em decorrência das pesquisas efetuadas pelos investigadores, constatou-se a necessidade de se construir situações-problema

que possuíssem enunciados bem estruturadas, com o intuito de auxiliar o docente e o discente na compreensão da proposta investigativa a ser empreendida (Ribeiro *et al.*, 2020).

Nesse sentido, Ribeiro (2020) após elaborar problemas para serem aplicados em diferentes modalidades de ensino: ensino fundamental, ensino médio regular, ensino médio EJA e ensino Técnico de Química, tendo em vista a realização de uma pesquisa em nível de doutorado, percebeu, na prática, algumas dificuldades, mas também algumas possibilidades para a confecção de um problema eficaz para ser utilizado nas aulas de Ciências. Dessa maneira, tendo em vista as pesquisas desenvolvidas ao longo da última década, Ribeiro *et al.* (2019, 2020, 2022) propuseram as características fundamentais de um Problema Eficaz para o ensino de Ciências. Compreende-se que tais características não são receitas prontas e infalíveis, mas sim possibilidades para favorecer as potencialidades da metodologia de RP, conforme há as características para um “bom caso” na abordagem com os Estudos de Caso (Herreid, 1994, Sá & Queiroz, 2010). As características recomendadas para um Problema Eficaz são apresentadas na Figura 1.

Figura 1: Características de um Problema Eficaz



Fonte: Ribeiro *et al.* (2020, p. 11).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na área Ciências da Natureza e suas Tecnologias, na Competência Específica 3 há a orientação de que os alunos devem analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo (Brasil, 2018), assim como já apresentavam os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e as Orientações Curriculares Nacionais (Brasil, 1999; Brasil, 2006).

A RP pode ser uma estratégia potente para desenvolver de forma integrada e contextualizada os conteúdos químicos a partir da intersecção dos seus três objetos de estudo (Constituição, propriedades e transformações das substâncias e dos materiais), como será apresentado neste

trabalho com a temática do Caso Celobar, para o estudo sobre Estequiometria e as atribuições dos técnicos em Química. Assim, a RP pode ser compreendida como uma perspectiva metodológica de ensino-aprendizagem que favorece compreensões complexas sobre os fenômenos químicos que envolvem as substâncias e os materiais e suas relações com as questões sociais, políticas, econômicas e ambientais, superando perspectivas ingênuas de contextualização, por se fundamentar na contextualização como princípio norteador (Ribeiro et al., 2020; Fernandes & Campos, 2017).

### **As contribuições da resolução de problemas no Ensino Técnico em Química**

Com base nos trabalhos da literatura e estudos anteriores, a metodologia da RP é capaz de contribuir para o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais nos alunos de diferentes níveis e modalidades da Educação Básica, inclusive no nível médio Técnico em Química (Ribeiro *et al.*, 2019, 2022). Conforme Zabala (1998), o desenvolvimento desses diferentes tipos de conhecimentos está relacionado com o que ele define como conteúdos de aprendizagem. O autor revela-nos o que designa conteúdo da aprendizagem, cujos significados reportam para além da questão de ensinar, encontrando sentido na questão sobre por que ensinar. Dessa maneira, esses conteúdos assumem a função de abarcar todas as dimensões do aprendiz. O autor define as tipologias de aprendizagem da seguinte maneira: factual e conceitual (O que se deve aprender?), procedimental (O que se deve fazer?) e atitudinal (Como se deve ser?).

Zabala (1998) afirma que os conceitos são termos abstratos. Conforme o pesquisador, os conceitos tratam do conjunto de fatos, objetos ou símbolos que têm características comuns, e os princípios estão associados às transformações que se produzem num fato, objeto ou situação em referência a outros fatos, objetos ou situações e que frequentemente especificam relações de causa-efeito ou de correlação. De acordo com o autor, são exemplos de conceitos: mamífero, densidade, impressionismo, nepotismo etc. Referente à aprendizagem dos conteúdos procedimentais, Zabala (1998) afiança que “um conteúdo procedimental – que inclui entre outras coisas as regras, as técnicas, os métodos, as destrezas ou habilidades, as estratégias, os procedimentos - é um conjunto de ações ordenadas e com um fim”, ou seja, “dirigidas para a realização de um objetivo. São conteúdos procedimentais: ler, desenhar, observar, calcular, classificar, traduzir, recortar, saltar, inferir, espetar etc.” (1998, p. 43).

O mesmo autor (1998) assevera que, no que tange à aprendizagem dos conteúdos atitudinais, a expressão “conteúdos atitudinais” compreende uma variedade de conteúdos que, por sua vez, podem-se agrupar em valores, atitudes e normas. Dessa maneira, valores são os princípios ou as ideias éticas os quais permitem as pessoas enunciar um juízo a respeito das condutas e seu sentido, citando como exemplos: a solidariedade, o respeito aos outros, a responsabilidade etc. O estudioso pondera que se conquistou um valor quando este foi interiorizado e foram concebidos critérios para posicionar-se em relação ao que se deve julgar positivo ou negativo, preceitos morais que conduzem o desempenho e a avaliação de si mesmo e dos outros (Zabala, 1998). Esse valor que terá um maior ou menor suporte reflexivo, mas cuja peça-chave é o elemento cognitivo. Atitudes são tendências ou predisposições parcialmente estáveis dos indivíduos com a finalidade de agir de certa maneira. São o modo como cada indivíduo realiza seu comportamento, de acordo com valores definidos (Zabala, 1998).

Nessa conjuntura, por intermédio da metodologia de RP e os professores, agindo como mediadores da aprendizagem, os educandos poderão desenvolver diferentes tipos de conteúdo e dialogar entre si, hipotetizar, refletir criticamente acerca do uso do Celobar e, de maneira autônoma, chegar a uma tomada de decisão sobre o problema proposto, levando em conta argumentos baseados em questões técnicas, científicas, sociais, éticas para a formação do indivíduo como cidadão.

A educação integral dos jovens e a sua formação cidadã, desenvolvidas até o final da Educação Básica, devem proporcionar a esses estudantes a capacidade de enfrentarem os desafios da contemporaneidade. Nesse contexto, os alunos do Ensino Médio, inclusive os cursistas do Técnico em Química, “têm condições para aprofundar o exercício do pensamento crítico, realizar novas leituras do mundo, com base em modelos abstratos, e tomar decisões responsáveis, éticas e consistentes na identificação e solução de situações-problema” (Brasil, 2018, p. 537). Nesse contexto, Berbel (2011) afirma que o educando, diante de problemas e/ou desafios, mobiliza o seu potencial na medida em que estuda com o intuito de compreendê-los e ou superá-los, produzindo, dessa forma, informação em função do que necessita responder ou equacionar. Durante esse processo, é possível que o estudante, gradativamente, desenvolva o espírito científico, o pensamento crítico, o pensamento reflexivo, adquira valores éticos, tornando-se autônomo na formação como ser humano, bem como em relação ao seu futuro profissional.

Relacionado com a formação do Técnico em Química, esse profissional é habilitado científica e tecnologicamente para atuar em laboratórios de Química e Microbiologia, no controle e monitoramento de processos industriais da área de Química, no controle de qualidade de matérias-primas e produtos e na prestação de serviços técnicos, respeitando normas de segurança e proteção ambiental, atuando com postura ética e profissional (Matsumoto & Kuwabara, 2005).

Nesse cenário, quando se refere à postura ética do profissional Técnico em Química, entende-se como sendo um profissional que age com responsabilidade, respeitando as normas de segurança dos indivíduos, priorizando a saúde e o bem-estar dos mesmos (Ortega, 2018). Dessa maneira, questões econômicas individuais ou de empresas e instituições, nunca devem estar acima das necessidades dos cidadãos. Assim, o desenvolvimento dos conteúdos atitudinais, ou seja, a aquisição dos valores éticos deve ser trabalhada durante suas formações como futuros profissionais responsáveis e cidadãos íntegros.

De forma convergente, o código de ética do Conselho Regional de Química da 5ª região descreve que é fundamental que o serviço profissional seja prestado de modo fiel e honesto, tanto para os interessados como para a coletividade, e que venha contribuir, sempre que possível, para o desenvolvimento dos trabalhos da Química e nos seus aspectos de pesquisa, controle e engenharia (CRQ-V, 2016).

### **Proposta Metodológica da Pesquisa**

A pesquisa, neste trabalho, foi realizada sob a perspectiva da abordagem qualitativa de natureza interpretativa, visto que se dedica a estudar um fenômeno educacional, a aplicação da RP como ferramenta para o ensino de estequiometria (Lüdke & André, 2022).

Os dados foram analisados qualitativamente e foram produzidos em dois momentos: previamente à aplicação das aulas e pós a aplicação delas, utilizando-se como método de coleta de dados um questionário inicial para diagnóstico e elaboração do perfil escolar dos estudantes, assim como o questionário final e o Diário de Campo da pesquisadora para registros das observações relacionadas ao desenvolvimento das aulas. Para Lüdke & André (2022), a observação pode ser considerada como método científico na abordagem qualitativa se for realizada de maneira controlada e sistemática, e apresenta muitas vantagens, como o contato pessoal do pesquisador com o fenômeno e com a perspectiva dos sujeitos, além de possibilitar uma reflexão sobre aspectos e situações novas. Os autores afirmam que quando o pesquisador atua como observador e simultaneamente se envolve na situação estudada, ele é classificado como “observador participante”. Nessa posição, não esconde sua identidade e o propósito da pesquisa e pode contar com a cooperação do grupo, atitudes essas que se encaixam com o papel desempenhado pelo pesquisador neste trabalho (Lüdke & André, 2022).



Além dessas observações, os dados foram coletados através das produções escritas produzidas pelos estudantes, entre essas, as construções feitas na *padlet* (Plataforma online para construção das resoluções). Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Utilizou-se uma sequência didática que compreendeu três momentos: Momento I - Apresentação inicial do caso; Momento II - Organização dos grupos e elaboração dos trabalhos e o Momento III - Fechamento com as apresentações e discussão dos resultados obtidos.

Ao final da intervenção pedagógica, foi aplicado o questionário final via plataforma do *Google Forms*, com a intenção de avaliar a contribuição da RP no ensino e aprendizagem da estequiometria. O referido questionário foi adaptado de estudos anteriores como Goi (2004) e Ribeiro *et al.* (2019). A análise dos resultados foi realizada de forma descritiva e interpretativa.

## Proposta Metodológica da Pesquisa

Neste trabalho, apresentaremos a análise de uma experiência de utilização da metodologia de RP no Ensino Técnico em Química, realizada ao longo do período de estágio de docência da Licenciatura em Química. O estudo foi desenvolvido com 16 alunos do 1º ano, no turno da noite de uma escola pública estadual da cidade de Novo Hamburgo/RS. Por se tratar de um curso noturno, as disciplinas são oferecidas de forma condensada por noites, com isso, a aula tinha duração de 4 períodos, com tempo máximo de 4h. Ressalta-se que, em decorrência do agravamento da pandemia da COVID-19 em 17 de março de 2020, as atividades que foram descritas e analisadas no presente estudo sucederam-se no ano de 2021 na forma de Ensino Remoto Emergencial (ERE), seguindo orientações previstas em resoluções e normativas definidas pelo Ministério da Educação (MEC).

A seguir, no Quadro 1, encontra-se a descrição da sequência didática composta por 5 aulas realizadas referente à temática do Ensino de Estequiometria e o problema sobre o Caso Celobar.

**Quadro 1:** Sequência didática utilizando a metodologia de RP

Aula	Descrição	Estratégias didáticas	Recursos didáticos	Objetivo
1	1) Uma breve apresentação da RP, indicando a forma de como seriam as aulas seguintes.	1) Iniciou-se a aula trazendo algumas matérias de jornal, revista, artigos da internet onde são abordados temas do cotidiano e que possam ser relacionados com as aulas de Química, propor a discussão, pedir que eles mostrem como as aulas que eles já tiveram vinculam-se com os conteúdos apresentados. 2) No segundo momento da aula, iniciou-se a introdução de como seria trabalhado o padlet, mostrou-se a plataforma e a maneira de interação e como eles fariam a participação na produção do padlet. Realizou-se a formação dos grupos e apresentação sobre a metodologia da RP.	1) Utilização de material produzido com uso de <i>Power point</i> e <i>Padlet</i> .	Ao final da primeira aula, objetivou-se que os estudantes conhecessem sobre a temática fármacos e a Metodologia de RP.

**A Metodologia de Resolução de Problemas Aliada ao Caso Celobar: Possibilidades para o Ensino de Estequiometria**

2	<p>1) Início da RP sobre o Caso Celobar ocorrido em junho de 2003 no Brasil.</p> <p>2) Início uma introdução ao ensino da estequiometria com uso da plataforma Phet Colorado.</p>	<p>1) RP sobre o Caso Celobar no qual uma indústria farmacêutica que produz o medicamento para contraste em exame de imagem, chamado Celobar, causou a morte de 20 pessoas, após a ingestão do medicamento para realização do exame. Solicitou-se trazer as questões de química e as questões sociais envolvidas, forma que ocorreu a intoxicação, enfim, foi proposta uma discussão sobre o caso.</p> <p>2) Utilização da plataforma Phet para construção de sanduíches para discutir as proporções estequiométricas e suas propriedades.</p>	<p>1) Utilização de material produzido com uso de <i>Power point</i> e <i>Padlet</i>.</p> <p>2) Utilização da plataforma online <i>Phet Colorado</i>.</p>	<p>Com a aula dois, buscou-se que os estudantes iniciassem o processo de resolução para o problema do Caso Celobar, com a formulação de hipóteses, questionamentos, pesquisas.</p>
3	<p>1) Andamento ao estudo da estequiometria através dos conceitos e aplicações em exercícios.</p>	<p>1) Discussão dos exercícios com base nos conceitos da estequiometria.</p>	<p>1) Utilização de material produzido com uso de <i>Power point</i> e listas de exercícios extraídos de livros didáticos.</p>	<p>Na terceira semana, objetivou-se o aprofundamento conceitual e que os estudantes se apropriassem dos conceitos da estequiometria.</p>
4	<p>1) Correção de exercícios tirando dúvidas sobre eles.</p> <p>2) Tempo para que os grupos organizem o trabalho/apresentação</p>	<p>1) Debate dos exercícios com base nos conceitos da estequiometria.</p> <p>2) Tempo livre para perguntas e para confecção dos <i>padlet</i> pelos grupos.</p>	<p>1) Utilização de material produzido com uso de <i>Power point</i> e listas de exercícios extraídos de livros didáticos.</p> <p>2) Utilização de website, livros, jornais e revistas.</p>	<p>Na quarta semana, o objetivo foi que os estudantes relacionassem os conhecimentos conceituais sobre estequiometria com a resolução do problema, a partir da discussão sobre as possibilidades de solução para o problema.</p>
5	<p>1) Aula de fechamento e apresentação das</p>	<p>1) Debate sobre o tema com base nas apresentações feitas. Discussão crítica sobre o tema.</p> <p>2) Debate e incitação sobre outros</p>	<p>1) Utilização de material produzido com uso de</p>	<p>O objetivo da última aula foi favorecer que os estudantes</p>

	resoluções para a RP sobre o Caso Celobar. 2) Apresentação de casos relacionados em que erros de produção, ou erros de operação (do operador) acarretaram prejuízo social e econômico. 3) Discussão das questões éticas associadas à formação do profissional Técnico em Química e suas implicações.	possíveis casos para discussão e análise crítica.	<i>Power point e padlet.</i>	tomassem consciência sobre as questões éticas envolvidas no problema do Caso Celobar, assim como da extrapolação para outros exemplos de erros de produção, a partir da reflexão crítica a respeito do tema analisado.
--	--	---	------------------------------	--

**Fonte:** Os autores.

As atividades que foram aplicadas em cada aula são apresentadas de forma mais detalhada a seguir, considerando as seis etapas sugeridas por Ribeiro *et al.* (2019), sendo estas: I. Introdução aos alunos sobre o tema do problema; II. Organização das equipes de trabalho; III. Discussão dentro dos grupos para elaboração das hipóteses de trabalho e leitura dos materiais disponíveis para consulta; IV. Elaboração das apresentações com as resoluções; V. Plenária de apresentação das resoluções; VI. Debate coletivo para levantamento sobre as principais modelações de resolução e ressaltar os conceitos fundamentais discutidos.

Conforme Quadro 1, inicialmente foi realizada uma breve apresentação feita pela professora-pesquisadora sobre a metodologia da RP, para apresentar a forma como seriam as aulas relacionadas à resolução do problema. Para dar andamento na atividade, utilizaram-se matérias de jornal, revistas e artigos da internet para propor uma discussão na qual os alunos tinham que vincular os conteúdos de Química com o material apresentado. Na sequência, foi realizada a etapa I (Introdução aos alunos sobre o tema do problema), para aproveitar o momento de análise de reportagens e explicar o trabalho que seria realizado ao longo das aulas. Também foi apresentada a plataforma padlet e a formação dos grupos de trabalho (etapa II. Organização das equipes de trabalho). A capa da apresentação utilizada está ilustrada na Figura 2.

Figura 2: Capa de apresentação das aulas



Fonte: Os autores.

Na segunda aula, foram desenvolvidas as etapas III e IV, discussão dentro dos grupos para elaboração das hipóteses de trabalho e início da elaboração das resoluções, respectivamente. Para tal, foi realizada a apresentação do problema sobre o caso Celobar (RP) e discussão acerca do problema. Apresentação dos conceitos de estequiometria através da plataforma *Phet Colorado*, com a utilização do jogo Reagente, Produtos e Excesso, no qual, por intermédio da confecção de sanduíches, podem ser discutidos alguns princípios do conteúdo de estequiometria, conforme Figura 3.

Figura 3: Imagem do jogo Reagente, Produtos e Excesso

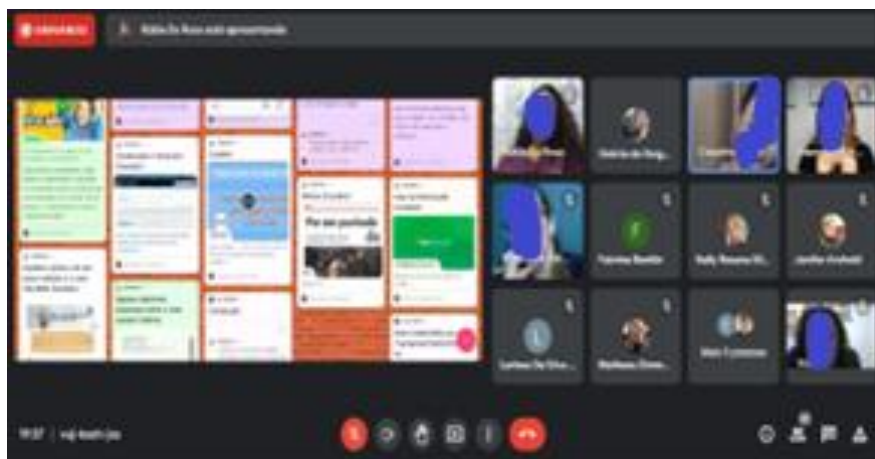


Fonte: Plataforma *Phet Colorado*.

A aula seguinte foi destinada a dar andamento ao estudo da estequiometria por meio de exercícios e discussões acerca deles. Foi realizado um passo a passo para resolução dos cálculos, conceitualização de reagentes e produtos. Na quarta aula, além da correção de exercícios para fixação, uma parte da aula foi destinada para confecção dos *padlets* (etapa V) e para sanar dúvidas sobre a apresentação do trabalho.

A última aula foi destinada ao fechamento dos trabalhos sobre a RP, com a apresentação dos grupos (etapa V), espaço para discussão e levantamento dos principais conceitos discutidos pelos grupos, modelações de resolução para o problema e apontamentos finais sobre questões éticas e atitudinais relacionadas ao contexto do ambiente profissional do Técnico em Química (etapa VI). Na Figura 4, apresenta-se o print de tela feito durante a apresentação de um dos grupos da RP.

**Figura 4:** Print de tela feito durante a apresentação de um dos grupos da RP



Fonte: Os autores.

## Análise e Discussão dos Dados

### O problema e suas resoluções

Para a elaboração do problema utilizado sobre o caso Celobar, buscou-se contemplar as quatro principais características para um Problema Eficaz, apresentadas por Ribeiro *et al.* (2020), as quais são: contextualização, reflexão crítica, motivação e possibilidade de investigação.

Buscou-se atender às características de contextualização e motivação inserindo relações de proximidade com a realidade dos alunos nos enunciados, para que esses pudessem sentir-se motivados a resolvê-los (Ribeiro *et al.*, 2020). O uso do caso Celobar como contextualização do problema vai ao encontro do contexto atual, no qual questões envolvendo uso de medicamentos e sua eficácia não são questionadas, superando assim a perspectiva de exemplificação da contextualização. Essa temática estava muito presente no dia a dia dos alunos em tempos pandêmicos. O problema elaborado é classificado como escolar, do tipo qualitativo e semiaberto (Pozo, 1998), o que possibilita que os aprendizes contribuam para o mesmo e tracem suas estratégias para resolução. O problema e suas respectivas características de um Problema Eficaz são apresentados na Figura 5:

**Figura 5:** Problema produzido sobre o Caso Celobar

Em junho de 2003, um caso na indústria farmacêutica mobilizou a população brasileira, em função das mortes provocadas pelo uso do Celobar. O Celobar é uma solução à base de sulfato de bário produzida pela farmacêutica Enila e é utilizado como contraste em exames radiológicos. Com a morte de mais de 20 pacientes, que realizaram exames radiológicos, o Celobar usado foi submetido a testes que mostraram a presença de um contaminante, o carbonato de bário. O que causou a intoxicação fatal dos pacientes foram os íons  $Ba^{+2}$ . Sabe-se que o  $BaSO_4$  não é perigoso, mas o  $BaCO_3$  é. Logo, o que pode ter acontecido? Então, “Bora lá”, futuros técnicos! Vamos investigar esse grave acidente que ocasionou a morte de 20 pessoas. Mas atenção! Lembrem-se de embasar suas explicações a partir dos conhecimentos de estequiometria que neles estão presentes, em questões econômicas que podem ter motivado esse acidente e, principalmente, nas questões técnicas e éticas que envolvem a produção e comercialização do Celobar. Pesquisem o(s) motivo(s) da presença da substância perigosa,  $BaCO_3$ , na formulação do Celobar usado nas vítimas. Quais as reações químicas envolvidas no nosso organismo quando ingerimos  $BaSO_4$  e o  $BaCO_3$ ? Como o acidente poderia ter sido evitado pelos responsáveis técnicos na produção do Celobar?

Legenda: **Contextualização**. **Reflexão**. **Crítica**. **Motivação**. **Investigação**.

Fonte: Os autores.

A sequência didática (Quadro 1) foi compilada em 3 momentos para uma organização dos dados obtidos através das observações e anotações do diário de campo. Esses três momentos correspondem às seguintes etapas adaptadas de Ribeiro *et al.* (2019):

- Momento I contempla as etapas: I. Introdução aos alunos ao tema do problema e a etapa II. Organização das equipes de trabalho;
- Momento II com as etapas: III. Discussão dentro dos grupos para elaboração das hipóteses de trabalho e leitura dos materiais disponíveis para consulta e etapa IV. Elaboração das apresentações com as resoluções;
- Momento III englobando as etapas: V. Plenária de apresentação das resoluções e VI. Debate coletivo para levantamento sobre as resoluções e os conceitos fundamentais discutidos.

No Momento I, para iniciarem-se os trabalhos e para contextualização dos alunos foram conduzidas de forma expositiva perguntas sobre o tema dos medicamentos, sobre o que os alunos pensavam e sabiam sobre a produção de fármacos, sobre sua eficácia e se tinham conhecimento sobre o Caso Celobar.

Com base nos registros feitos no Diário de Campo, os estudantes buscaram participar, dando suas opiniões e trazendo o que tinham de conhecimento prévio sobre o assunto. Quanto a conhecer o Caso Celobar, nenhum aluno tinha conhecimento do fato. Após esse momento inicial, foi apresentada a proposta de trabalho e os educandos receberam o problema para iniciar as atividades. No Momento II, após já terem tido o primeiro contato com o problema, foi dada a orientação para que eles se dividissem em 3 grupos (2 grupos de 5 alunos e 1 grupo com 6) para iniciarem a construção dos padlet. Nessa plataforma, os grupos trouxeram a resolução do problema e, além de buscar na bibliografia os conceitos, eles também buscaram as possíveis causas do erro na produção do medicamento. No Momento III, já realizada a produção dos padlet, foi conduzido um debate sobre as resoluções apresentadas, as dificuldades encontradas pelos grupos e os conceitos fundamentais abordados. Foram também discutidas as questões éticas que norteiam os trabalhos dos Técnicos em Química, e foram apresentados outros casos para fomentar a discussão.

O grupo 1 apresentou um padlet bem construído no qual buscou, junto à bibliografia, trazer material/conteúdo para enriquecer o debate. O grupo apresentou a resolução do problema, sem apresentar dificuldades, sendo possível observar que os conceitos haviam sido assimilados. Uma das alunas explicou a forma com que o grupo chegou à resolução, apresentando o cálculo estequiométrico e explicando como o fizeram. O grupo, com apoio nas leituras que fez, conseguiu também identificar que a causa da contaminação se dá em função da solubilidade dos compostos envolvidos, como se ilustra com os trechos do material apresentado pelo grupo I:

As propriedades físico-químicas e as reações envolvidas explicam essa questão: O sulfato de bário é praticamente insolúvel em água, tendo sua solubilidade em  $1,0 \times 10^{-5}$  mol/L, com isso a quantidade de íons  $Ba^{+2}$  dissolvida em 1L de medicamento é muito pequena, e assim os íons bário não são absorvidos pelo organismo. Basicamente não há dissociação do sal e os íons  $Ba^{+2}$  não são liberados. E para garantir a segurança do medicamento essa suspensão costuma ser preparada em uma solução de sulfato de potássio ( $K_2SO_4$ ), um sal bastante solúvel em água. A função desse sal é aumentar a concentração de íons  $SO_4^{2-}$ . Com isso, o equilíbrio da dissociação do sal é bem deslocado para diminuir ainda mais a presença de  $Ba^{+2}(aq)$  na suspensão. Já com o

$\text{BaCO}_3$  acontece algo diferente. Esse sal também é pouco solúvel em água, porém ele reage com o ácido clorídrico presente no estômago conforme a reação abaixo:



Com isso, íons de bário são liberados e com a absorção pelo organismo ocorre a intoxicação (Grupo 1).

Quanto às questões éticas, o grupo trouxe exemplos de outros casos envolvendo situações nas quais possíveis erros do laboratorista podem ter causado danos à vida e à saúde das pessoas. Podemos visualizar, na Figura 6, parte do padlet produzido pelo grupo 1.

Figura 6: Parte do padlet produzido pelo grupo 1

The Padlet board is divided into four columns:

- Estequiometria:** Discusses the mass and molar relationships of barium carbonate and sulfate. It mentions that 600 kg of barium carbonate were used to synthesize 595 kg of barium sulfate, with a molar ratio of 1:2.9. It also provides the molar masses:  $\text{BaCO}_3 = 197,3 \text{ g/mol}$  and  $\text{BaSO}_4 = 233,4 \text{ g/mol}$ , and a calculation for  $x$  resulting in  $x = 709,7 \text{ kg}$ .
- Intoxicação metálica pelo Bário:** States that barium carbonate is extremely toxic to mammals. It dissolves in stomach acid, depositing barium ions in the lungs, muscles, bones, and internal organs. It notes that 20 people died in the Celobar case.
- Passos de como fazer o teste que poderia ter identificado a contaminação do  $\text{BaSO}_4$  por  $\text{BaCO}_3$ :** Provides a procedure: dissolve 10g of barium sulfate in 10ml of 2.0 mol/L HCl, filter, and test for carbonate ions. It includes a video thumbnail titled "TO DE BÁRIO X TO DE BÁRIO".
- Reações envolvidas no caso Celobar:** Explains that barium carbonate reacts with sulfuric acid to form barium sulfate and carbonic acid. It notes that carbonic acid is weak and decomposes into water and carbon dioxide. The reaction is given as  $\text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ . It concludes that the laboratory likely used impure barium sulfate.

Fonte: Padlet Grupo 1.

O grupo 2 apresentou um padlet bem desenvolvido (parte é mostrado na Figura 7), mas com poucos materiais. O grupo apresentou a resolução do problema, porém relatou que teve dificuldades em chegar à resolução, pois nunca havia trabalhado com a resolução de um problema. O aluno que apresentou pelo grupo relatou que, com o decorrer das aulas e buscando na bibliografia, conseguiram apresentar a resolução trazendo as reações envolvidas. Apesar da dificuldade, relata que para chegar à resolução foi possível observar que os conceitos haviam sido assimilados, como pode ser verificado com o excerto abaixo:

Para compreender a intoxicação causada pelo Celobar, é preciso entender reações químicas envolvidas. O medicamento Celobar, utilizado como contraste, é um sal de sulfato de bário ( $\text{BaSO}_4$ ) que quando ingerido faz com que o sistema digestório fique visível nas radiografias, pois é praticamente insolúvel em água e no nosso organismo. Entretanto, o medicamento em questão apresentou contaminação por carbonato de bário  $\text{BaCO}_3$ . Íons  $\text{Ba}^{+2}$  são muito tóxicos e uma dose muito pequena (cerca de 0,5g) já é fatal. A reação do ácido clorídrico do nosso estômago fez com que o  $\text{Ba}^{+2}$  se dissociasse mais facilmente do Carbonato de Bário, o que gerou a morte das pessoas, conforme a reação:

## A Metodologia de Resolução de Problemas Aliada ao Caso Celobar: Possibilidades para o Ensino de Estequiometria



Além disso, o grupo trouxe para a discussão ética as possíveis sanções e penalizações que pode sofrer o laboratorista que não cumpre as normas técnicas e não segue padrões éticos de trabalho.

Figura 7: Parte do padlet produzido pelo grupo 2

(Valéria) De forma resumida, criei um mapa mental virtual do Caso Celobar, para que as informações mais importantes estivessem ali presentes não só para estudo, mas também para consulta!

PRODUÇÃO DE SULFATO DE BÁRICO

$$\text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$

PDF  
Peach Wedding Plans Mind Map  
Adicionar comentário

(Valéria) Estudo comparativo dos meios de contraste baritado e iodado-iônico e não-iônico no trato respiratório de ratos

ACTA CIRÚRGICA DO BRASIL  
scielo.br

Estudo comparativo dos meios de contraste baritado e iodado-iônico e não-iônico no trato respiratório de ratos  
Adicionar comentário

MEIOS DE CONTRASTES IODADOS - Além do Sulfato de Bário e dos meios de contraste gadolínios, pode-se, também, usar meios de contraste a base de iodo (uma vez que eles apresentam menos riscos à saúde). (Valéria)

Atuação em HEMODINÂMICA e HCL INTERVENCIÓNISTA  
HCL - Hemodinâmica e Cardiologia Invasiva - Ver Artigo  
Adicionar comentário

Anônimo 9M

Como supostamente a reação foi feita... (Matheus)

Segundo a imprensa, a síntese do sulfato de bário teria sido feita pela simples adição de ácido sulfúrico sobre o carbonato. Não conhecemos a concentração do ácido usado. Talvez tenha sido usado o concentrado. Nunca se sabe! Um frasco de ácido sulfúrico concentrado (95 a 98%) corresponde a cerca de 18 mol por L. Sendo a proporção de 1 mol de carbonato de bário para 1 mol de ácido sulfúrico, seriam necessários aproximadamente

Anônimo 9M

Sintomas (Claudine)

- Intoxicação aguda. aguda.
- Primeiro o rosto começa a formigar e a vítima é tomada por um enjôo profundo. Duas horas depois, já vomita sem parar e tem uma diarreia intensa.
- Dor abdominal é fortíssima
- A pupila se dilata e a pessoa mal

Anônimo 9M

Condenação (Claudine)

tjrj.jus.br  
Caso Celobar: diretores do

Anônimo 9M

CASO CELOBAR: UM ERRO BÁSICO DE QUÍMICA - Particularmente, gosto muito de assistir vídeos para compreender alguns aspectos. Então sobre

Fonte: Padlet Grupo 2.

De acordo com apontamentos no Diário de Campo e análise das apresentações das resoluções da situação-problema dos Grupos 1 e 2, houve discussões sobre o risco de intoxicações causadas pela ingestão errônea de medicamentos e automedicação feitas sem orientações de um profissional competente para tal. Nessa linha de pensamento, Calixto e Cavalheiro (2012) exemplificam os possíveis perigos que podem ocorrer pelo uso indiscriminado de antibióticos. Esse costume imprudente da população é um problema de saúde pública, já que pode resultar na resistência bacteriana a essa classe de medicamentos, como também em intoxicações (Calixto & Cavalheiro, 2012).

O grupo 3 apresentou um padlet menos desenvolvido se comparado com os grupos anteriores, sendo possível observar que não houve a participação de todos na construção do trabalho. Apesar disso, o aluno que representou o grupo apresentou as reações envolvidas e alegou ter tido um pouco de dificuldade, mas que com as pesquisas que fez conseguiu chegar à resolução. O grupo, por não apresentar uma unidade (pela baixa participação de todos), não deixou claro se todos os integrantes conseguiram assimilar os conceitos, apesar de apresentarem a resolução. A argumentação do grupo foi mais generalista e direcionada à identificação do contaminante, como se evidencia com o trecho:

As propriedades físico-químicas e as reações envolvidas explicam essa questão. Uma forma simples de verificar a presença de íons bário livre em uma amostra é pegar uma pequena amostra, e sobre ela pingar gotas de HCl, se houver íons bário livre, haverá liberação de  $\text{CO}_2$  o que evidenciaria a presença do contaminante (Grupo 3).

O grupo não trouxe exemplos ou situações para enriquecer o debate sobre ética. Apenas quando indagado, concordou com a importância do tema e que achou interessantes os materiais



apresentados pelos colegas e conseguiu participar do debate final entre todos os grupos. Podemos observar, na Figura 8, parte do padlet produzido pelo grupo 3.

Figura 8: Parte do padlet produzido pelo grupo 3

The Padlet board contains the following content:

- Top Left:** Image of a bottle of **CELOBAR SULFATO DE BÁRIO** (100 ml) with a yellow label and a red cap. Below it is a comment button: "Adicionar comentário".
- Middle Left:** A text post titled "Carbonato de Bário no nosso sistema digestivo". It includes the chemical equation:  $BaCO_3(s) + 2 HCl(aq) \rightarrow BaCl_2(aq) + (Ba^{2+}(aq) + 2Cl^{-}(aq)) + H_2O(L) + CO_2(g)$ . Below the equation is a paragraph explaining that hydrochloric acid (HCl) in the stomach reacts with  $BaCO_3$  to form carbonic acid ( $CO_2$ ), causing a shift in equilibrium and increasing the concentration of barium ions, which can be lethal.
- Top Middle:** A text post titled "Quanto precisaríamos de Ácido Sulfúrico para reagir com Carbonato de Bário e produzir 595kg de Sulfato de Bário?". Below it is a handwritten note on lined paper. A comment below the note states: "De acordo com o cálculo acima precisaríamos de 250,25kg de  $H_2SO_4$  para reagir com 503,06kg de  $BaCO_3$  e produzir 595kg de  $BaSO_4$ . Dessa maneira a reação teria 100% de rendimento".
- Top Right:** A text post titled "Substâncias para exames com contrastes". It discusses contrast agents for radiology and MRI, mentioning barium, iodine, and gadolinium. It notes that barium is used in general radiology, while gadolinium is used in MRI. It also mentions that some contrast agents are contraindicated for diabetics and those on metformin, and that barium can lead to acute renal insufficiency.
- Bottom Right:** A text post titled "Como informado em uma reportagem, o laboratório tentou sintetizar 595kg de  $BaSO_4$  com 600kg de  $BaCO_3$ ". Below it is a handwritten note on lined paper. A comment below the note states: "Fiz o cálculo estequiométrico vi que para o rendimento ser 100% teriam que ter 503,06kg de  $BaCO_3$  para sintetizar os 595kg de  $BaSO_4$ . De acordo com as massas usadas na reação pelo laboratório, o reagente em excesso é o  $BaCO_3$ , com 96,94kg em excesso e por fim o  $BaSO_4$  é o reagente".

Fonte: Padlet Grupo 3.

Assim, compreendemos que a sequência didática implementada favoreceu aprendizagens conceituais relacionadas como balanceamento, proporcionalidade e a importância das propriedades físico-químicas dos reagentes nas reações químicas, e, procedimentais, como a análise de referenciais bibliográficos, a confecção de relatórios e a defesa de ideias nas apresentações orais.

Ao final das apresentações de cada grupo, foi então proposta uma rodada de debate sobre as questões éticas envolvidas no caso. Para fomentar o debate, outros casos foram trazidos para que pudessem ser discutidos: O caso Talidomida<sup>2</sup>, O Caso Becker – Cervejaria Belo-horizontina<sup>3</sup> e O Caso de contaminação do Todynho<sup>4</sup>. A ideia era que, por intermédio da RP estudada, os alunos lessem as reportagens indicadas com outras percepções. A discussão sobre cada um dos casos apresentados foi pausada, para que eles pudessem entender as reações envolvidas, mas principalmente para participarem das discussões sobre as questões éticas e procedimentais do Técnico em Química ou laboratorista responsável. Salienta-se que uma das formas de contribuição da RP sobre o Caso Celobar foi o desenvolvimento de conteúdos atitudinais quanto às questões éticas e normativas da atuação do Técnico em Química. Ao longo das atividades,

<sup>2</sup>O Caso Talidomida pode ser acessado através do link <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/d3GWXCL8dxLYMpqRyKJfPd/>.

<sup>3</sup>O Caso a Cervejaria Belahorizontina pode ser acessado através do link [https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/06/10/interna\\_gerais,1155364/caso-backer-saiba-como-a-policia-detectou-cao-de-contaminacao-de-ce.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/06/10/interna_gerais,1155364/caso-backer-saiba-como-a-policia-detectou-cao-de-contaminacao-de-ce.shtml).

<sup>4</sup> O Caso de contaminação do Todynho pode ser acessado no link <https://veja.abril.com.br/politica/fabrica-do-toddyho-admite-que-houvecontaminacao/#:~:text=A%20Pepsico%20informou%20que%20produziu,menos%2029%20pessoas%20foram%20prejudicadas&text=At%C3%A9%20ter%C3%A7a%20feira%20de,de%20consumirm%20o%20achocolatado%20Todynho.>

buscou-se despertar nos alunos a consciência de suas ações no laboratório, para contribuir com a formação de profissionais conhecedores de suas responsabilidades na área técnica.

Para Zabala (1998), o aluno se apropria de determinados conteúdos não apenas quando este é capaz de reproduzir sua definição, mas quando sabe usá-los para a interpretação, compreensão ou apresentação de um fenômeno ou situação; quando é capaz de situar os fatos, objetos ou situações concretas naquele conceito que os contém. O escritor revela que a aprendizagem de conceitos deve ser a mais significativa possível, promovendo um verdadeiro processo de elaboração e construção pessoal do conceito.

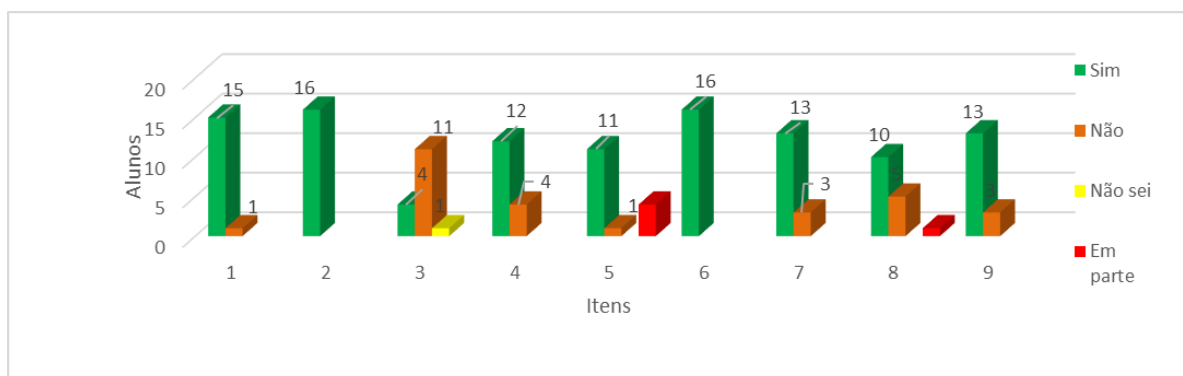
Ademais, foi possível observar no debate que os alunos não haviam pensado (até aquele momento) nas responsabilidades que teriam em sua vida profissional. Como mediadora do debate, a professora-pesquisadora buscou fomentar a discussão sobre a importância da não mecanização dos processos laboratoriais, para instigá-los aos “porquês”, para que de fato entendam os processos e, com isso, estranhem e percebam quando algo não está correto. Durante essa discussão, alguns estudantes colaboraram com suas percepções acerca do tema: “*agora faz ainda mais sentido entender a reação química envolvida*” (Grupo 3); “*é por isso, que fizemos tantos exercícios para entender as reações então?*” (Grupo 2); “*no trabalho é preciso estar atendo a todas as coisas envolvidas desde a reação ao procedimento*” (Grupo 1).

Para Goi (2004), nas atividades investigativas a construção de conhecimento se dá por meio da RP que envolve etapas como observações, elaboração de questões e hipóteses, consulta a fontes de informação, planejamento e execução de planos, coleta, análise e interpretação de dados, proposição de explicações, compartilhamento de informações. Nesse sentido, os estudantes se motivam e participam de forma mais efetiva das atividades de aula.

### Percepções dos alunos sobre as atividades desenvolvidas

Após a finalização das atividades relacionadas à RP, foi aplicado um questionário com perguntas fechadas (itens 1 a 9 da Figura 9) e abertas para avaliação delas, utilizando a plataforma do Google Forms, com o objetivo de conhecer a opinião dos estudantes em relação ao desenvolvimento das aulas de Química, empregando a RP, conforme itens apresentados na Figura 9.

Figura 9: Percepções dos alunos com relação ao problema sugerido



Fonte: Os autores.

Os itens 1, 2, 3 e 4, da Figura 9, estão relacionados com as percepções dos alunos em relação ao problema sugerido, respectivamente: Se o problema foi de fácil entendimento; a linguagem utilizada foi de fácil compreensão; o problema exigiu pouco raciocínio; o grupo compreendeu o problema sem grandes dificuldades.

É possível observar, mediante a Figura 9, que os alunos acharam de fácil entendimento o problema apresentado e, atrelado a isso, conseguiram compreender o problema sem grandes dificuldades. Além disso, indica que a RP foi formulada de forma satisfatória com tal propósito.

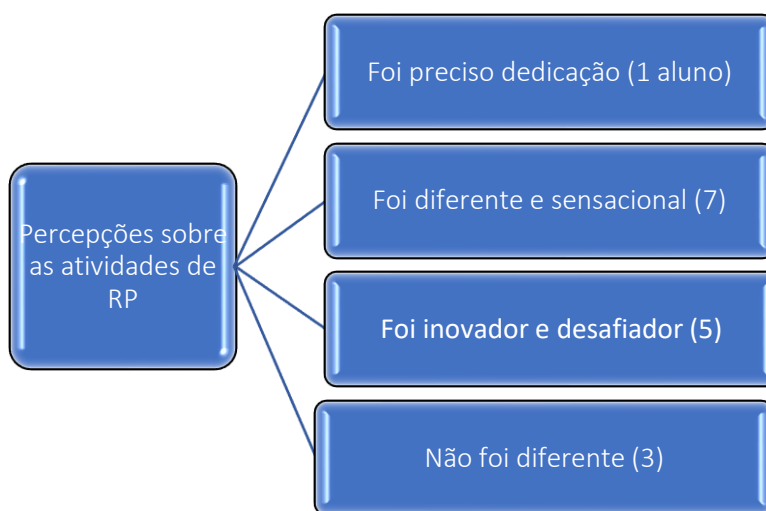
Apesar de terem concordado que a linguagem era de fácil compreensão, os estudantes indicaram que o problema exigiu muito raciocínio (ou mais raciocínio que eles previam) e, apesar disso, a maioria do grupo de sujeitos compreendeu a RP sem grandes dificuldades.

O item 5, Figura 9, estava relacionado se o trabalho utilizando a RP foi muito diferente do que estavam habituados a realizar. Verificou-se, pelas respostas dos educandos, que essa a metodologia de RP foi diferente dos trabalhos que eles estavam habituados a vivenciar no espaço escolar, demonstrando a pouca difusão desse tipo de atividade pedagógica no curso Técnico em Química.

Os itens 6, 7, 8 e 9, da Figura 9, estão relacionados com as seguintes perguntas, respectivamente: “A RP contribuiu para a minha aprendizagem relacionada à Estequiometria?”; “O tempo foi suficiente para realizar as atividades propostas?”; “Foi difícil buscar outros exemplos relacionados ao problema?” e “Foi fácil relacionar a estequiometria com a resolução de problema do Caso Celobar?”. Conforme a análise da Figura 9, é possível verificar que a RP contribuiu para o desenvolvimento da aprendizagem de Estequiometria e que os estudantes julgaram que o tempo para elaboração da resolução foi suficiente. Além do mais, observou-se que os aprendizes não tiveram dificuldades em buscar exemplos relacionados, apesar de uma parcela considerada ter alegado que teve alguma dificuldade, isso pode ter relação com o fato de o grupo de alunos nunca ter tido contato com métodos investigativos de ensino. E para finalizar, a análise dos itens da Figura 9, a grande maioria dos estudantes afirmou que foi fácil relacionar a estequiometria com a resolução de problema do Caso Celobar.

Além das questões fechadas (itens 1 a 9 da Figura 9) respondidas pelos alunos, eles retornaram duas perguntas abertas aplicadas no questionário final do presente estudo. O primeiro questionamento solicitou que os estudantes fizessem comentários gerais das percepções sobre as atividades desenvolvidas utilizando a RP, baseados na pergunta fechada do item 5: “Este trabalho foi muito diferente do que você estava habituado a trabalhar em sala de aula? Faça comentários gerais das suas percepções sobre as atividades desenvolvidas”. As respostas para esta questão contam na Figura 10.

**Figura 10:** Percepções dos alunos sobre as atividades de RP desenvolvidas



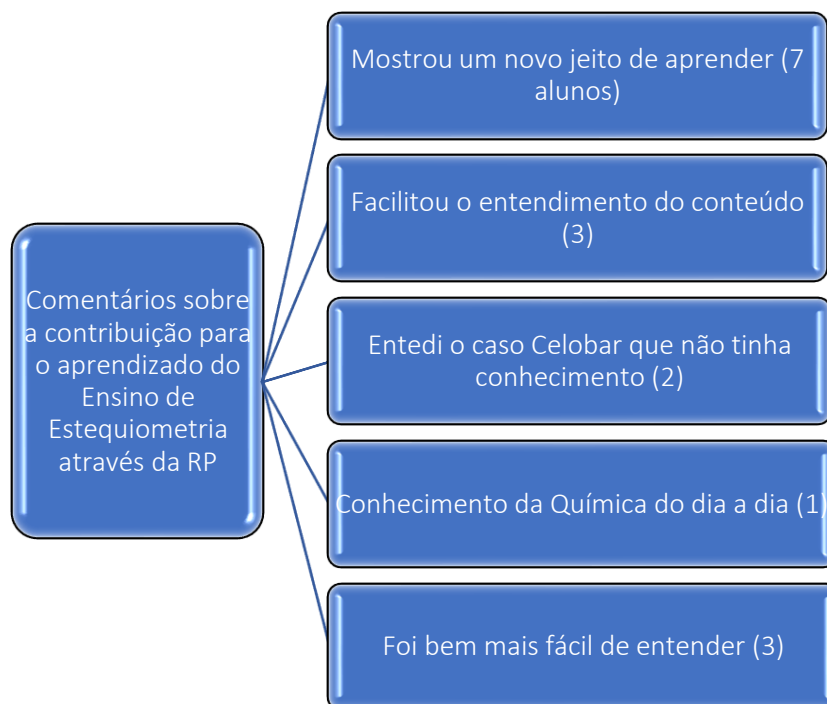
**Fonte:** Os autores.

Apesar de 3 alunos terem respondido que a metodologia não foi diferente do que eles estavam habituados a realizar, a expressa maioria indicou ter gostado do método e que o mesmo se apresentou como algo novo. Sete educandos afirmaram que a metodologia empregada se mostrou diversa e surpreendente, revelando que esses discentes lidaram com um método nunca utilizado por eles e do qual se admiraram em realizá-lo, demonstrando motivação e interesse

pelo que lhes foi proposto. Além disso, cinco sujeitos da pesquisa disseram que o trabalho foi inovador, reforçando o fato de nunca terem trabalhado dessa maneira e desafiador, confirmando que a metodologia de RP instiga, provoca o educando a construir o conhecimento. Um estudante acrescentou que foi necessário empenho, denotando que para a solução dos problemas necessita-se, ler, discutir, refletir para que se chegue a um consenso e a uma resposta, conforme a sequência didática implementada.

A segunda pergunta aberta do questionário indagou os aprendizes se as atividades da metodologia de RP contribuíram para o aprendizado do Ensino de Estequiometria. A verificação das respostas possibilitou construir o esquema da Figura 11.

**Figura 11:** Contribuições para o aprendizado do Ensino de Estequiometria através da RP



**Fonte:** Os autores.

De acordo com os dados das respostas das questões abertas (Figuras 10 e 11), os estudantes expressaram suas percepções sobre a contribuição da metodologia na sua aprendizagem, principalmente ao enfatizarem que a RP foi uma alternativa metodológica diferente do que estavam habituados e que tal favoreceu o processo de aprendizagem. Tais resultados são convergentes com os relatos da literatura (Goi, 2004; Fernandes & Campos, 2017; Ribeiro *et al.*, 2019).

Ao final das aulas, foi possível constatar, através das apresentações dos alunos, debates e as respostas do questionário final dos mesmos, afirmando que a metodologia de RP contribuiu para a construção do conhecimento em Estequiometria mediante a temática desenvolvida sobre o caso Celobar, indo ao encontro de estudos anteriores que demonstraram a capacidade desse tipo de proposta didática para desenvolver diferentes tipos de conhecimentos na Educação Básica (Ribeiro *et al.*, 2019, 2022). A RP é uma metodologia de ensino que possibilita abordar aspectos conceituais a partir de situações reais contextualizadas, enriquecendo as aulas de Química com debates sociais, éticos, políticos e ambientais. É possível, mediante os problemas, estimular os alunos a um olhar crítico sobre os temas que os cercam e, com isso, motivar a aprendizagem dos conceitos. Conforme registros no Diário de Campo, a escolha do tema envolveu os estudantes, pois fazia parte da realidade dos educandos que, ao final do curso técnico, podem vir a atuar na área de laboratório de medicamentos e, ao buscar resolver a situação-problema, estavam

buscando uma solução para uma possibilidade real de ser encontrada no mercado de trabalho. Nesse contexto, entende-se que a proposta metodológica de RP é capaz de privilegiar o desenvolvimento da autonomia na tomada de decisões o que é importante, ainda mais no contexto do ensino técnico.

Além disso, os grupos puderam discutir diferentes aspectos éticos, tão imprescindíveis na sociedade e fundamentais para um futuro Técnico em Química (Matsumoto & Kuwabara, 2005). Consequentemente, ao se aludir à postura ética do profissional Técnico em Química, compreende-se como sendo um especialista o qual atua de forma responsável, acatando as normas de segurança dos cidadãos, privilegiando a saúde e o bem-estar dessas pessoas. Assim sendo, problemas econômicos particulares ou de empresas e instituições, jamais devem estar acima das necessidades dos indivíduos. Dessa forma, a otimização dos conteúdos atitudinais, isto é, a obtenção dos valores éticos, precisa ser trabalhada no decorrer da instrução dos educandos como futuros profissionais conscientes e cidadãos.

## Considerações Finais

O objetivo deste estudo foi analisar as formas de contribuição da metodologia de Resolução de Problemas, para o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com o Ensino de Estequiometria no contexto do Ensino Técnico em Química. Em consequência desse objetivo, descrevemos uma experiência de utilização desse tipo de proposta didática contextualizando o Ensino de Estequiometria, mais especificamente o Caso Celobar.

Percebemos, tanto pelas observações da professora-pesquisadora, pelas respostas e produções dos alunos, que a metodologia da RP contribuiu para um melhor entendimento sobre os diferentes conceitos científicos relacionados à Estequiometria no Caso Celobar e para sua formação como cidadãos. Destaca-se que cada grupo demonstrou nível de apropriação conceitual diferente na argumentação das resoluções, o que se relaciona às diferentes formas de construção do conhecimento. Enfim, o processo de aprendizagem não foi igual para os três grupos, entretanto foi diversificado entre conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Quanto às questões éticas, o grupo 1 trouxe exemplos de outros casos envolvendo situações nas quais possíveis erros do laboratorista podem ter causado danos à vida e à saúde das pessoas e o grupo 2 trouxe, para a discussão ética, as possíveis sanções e penalizações que pode sofrer o laboratorista que não cumpre as normas técnicas e não segue padrões éticos de trabalho. Cabe ressaltar que, mesmo o grupo 3 não conseguindo trazer à tona tais tipos de discussões éticas, participou do debate final e conseguiu discutir alguns desses aspectos. Com isso, o desenvolvimento dos conteúdos atitudinais, que engloba conteúdos os quais podem se agrupar em valores, atitudes e valores éticos deve ser trabalhado durante suas formações como futuros profissionais responsáveis e cidadãos íntegros.

Dessa maneira, os resultados apontam que a sequência didática apresentada favoreceu o desenvolvimento das aprendizagens: conceitual, pois desenvolveu os conceitos relacionados à Estequiometria; e atitudinais, uma vez que trouxe a discussão de ética profissional, os aspectos de responsabilidade técnica e a importância dos cuidados no que diz respeito ao trabalho do profissional da área técnica. No que diz respeito aos conteúdos procedimentais, estes foram verificados na aquisição, interpretação e análise da informação, além da organização conceitual dessa informação, durante todo o processo de nossa pesquisa, seja durante a resolução dos problemas, seja durante o debate final acerca do tema tratado.

## Referências

Andrade, Maria M. (1998). *Introdução à metodologia do trabalho científico*. 10. ed. São Paulo: Editora Atlas.

## A Metodologia de Resolução de Problemas Aliada ao Caso Celobar: Possibilidades para o Ensino de Estequiometria

- Araújo, Everton R. (2021). *Gamificação no ensino de química: uma proposta para o ensino de estequiometria*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Acre, Rio Branco.
- Barreiro, Eliezer J. (2001). Sobre a química dos remédios, dos fármacos e dos medicamentos. *Química Nova na Escola*, Cadernos Temáticos (3), 4-9.
- Berbel, Neusi A. N. (2011). As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, 32(1), 25-40.
- Brasil (1999). Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEB.
- Brasil (2006). Ministério da Educação do Brasil. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Vol. 2. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEB.
- Brasil (2018). Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular - Ensino Médio*. Brasília: MEC. 2018..
- Brown, Theodore L., Lemay, Eugene H., Bursten, Bruce E., & Burdge, Julia R. (2016). *Química: a Ciência Central*. 13 ed. São Paulo: Pearson.
- Calixto, Carolina M. F., & Cavalheiro, Éder T. G. (2012). Penicilina: efeito do acaso e momento histórico no desenvolvimento científico. *Química Nova na escola*, 34 (3),118-123.
- Campos, Sarah G. A., & Junges, Fernando (2020). Situação de estudo para o Ensino de Estequiometria: contribuições dessa ferramenta para o ensino e aprendizagem de Química. In *Anais do 12º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, Bagé, RS.
- Cazzaro, Flávio (1999). Um experimento envolvendo estequiometria. *Química Nova na Escola*, (10), 53-54.
- Costa, Eliana T. H., & Zorzi, Marilde B. (2008). *Uma proposta diferenciada de ensino para o estudo da estequiometria*. Produção Didático-Pedagógico. SEEPR.
- CRQ-V (2016). *Código de Ética*. Conselho Regional de Química da 5ª Região. Recuperado em 09 fevereiro, 2023, de [https://www.crqv.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=187&Itemid=2489](https://www.crqv.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=187&Itemid=2489).
- Fernandes, Lucas S., & Campos, Angela F. (2017). Tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16 (3), 458-482.
- Goi, Mara E. J. (2004). *A construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Luterana do Brasil, Canoas.
- Goi, Mara E. J., & Santos, Flávia M. T. (2019). Aprofundamento teórico-metodológico da resolução de problemas na formação de professores de Ciências. *Revista Thema*,16 (1),96-114.
- Haupt, Franciele T. (2020). *Utilização de organizadores prévios para o ensino de estequiometria: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa*. Monografia (Licenciatura em Química). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Herreid, Clyde F. (1994). Case studies in science-A novel method of science education. *Journal of college science teaching*, 23, 221-221.
- Lima, Franciane S. C., Arenas, Leliz T., & Passos, Camila G. (2018). A metodologia de resolução de problemas: Uma experiência para o estudo das ligações químicas. *Química Nova*, 41(4), 468-475.
- Lopes, Bernardino J. (1994). *Resolução de Problemas em Física e Química: Modelo para estratégias de ensino-aprendizagem*. 2. ed. Lisboa: LDA.
- Lüdke, Menga, & André, Marli E. D. A. (2022). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 2. ed. São Paulo: E.P.U.

- Marcondes, Maria E. R. (2008). Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da Ciência e o desenvolvimento da cidadania. *Revista Em Extensão*, 7 (1), 67-77.
- Matsumoto, Luciane T. J., & Kuwabara, Izaurta. H. (2005). A formação profissional do técnico em química: caracterização das origens e necessidades atuais. *Química Nova*, 28(2), 350-359.
- Mori, Lorraine, & Cunha, Marcia B. (2020). Problematização: possibilidades para o ensino de química. *Química Nova Na Escola*, 42(2), 176-185.
- Ortega, Ricardo J. C. (2018). *Egressos de um curso técnico em química: o ingresso, o mercado de trabalho e as perspectivas*. Monografia (Licenciatura em Química). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Pozo, Juan I. (1998). *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed.
- Reppold, Danielle P., Raupp, Daniele T., & Pazinato, Maurícius S. (2021). A temática automedicação na abordagem do conteúdo de funções orgânicas: um relato de experiência do estágio de docência em Química. *Revista Insignare Scientia*, 4 (2), 97-109.
- Ribeiro, Daniel C. A. (2020). *Problemas ambientais causados por agrotóxicos: a metodologia da Resolução de Problemas e a investigação científica na educação básica*. (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Ribeiro, Marcos V., & Fonseca, Marina A. (2021). Ensino de Estequiometria na Graduação Catalisado pela História e Filosofia da Ciência. *História da Ciência e Ensino*, 24, 65-84.
- Ribeiro, Daniel C. A., Passos, Camila G., & Salgado, Tania D. M. (2019). A metodologia da resolução de problemas: uma proposta interdisciplinar sobre agrotóxicos na educação de jovens e adultos. *Revista Linhas*, 20(43), 205-233.
- Ribeiro, Daniel C. A., Passos, Camila G., & Salgado, Tania D. M. (2020). A metodologia de resolução de problemas no ensino de ciências: as características de um Problema Eficaz. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 22, 1-21.
- Ribeiro, Daniel C. A., Passos, Camila G., & Salgado, Tania D. M. (2022). Problem-solving methodology in chemical technician education. *Educación Química*, 33(2), 106-118.
- Rodrigues, Ciléia, & Correia, Daniele (2013). O uso do tema medicamentos nas aulas de Química e Biologia. In *Anais do 33º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química*, Ijuí, RS.
- Sá, Luciana P., & Queiroz, Salete L. (2010). *Estudo de Casos no Ensino de Química*, Editora Átomo: Campinas.
- Santos, Livia C. (2013). *Dificuldades de Aprendizagem em Estequiometria: Uma proposta de ensino apoiada na modelagem*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- Zabala, Antoni (1998). *A prática educativa: como ensinar*. 1 ed. Porto Alegre: Artmed.