

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ÁTALA LUA VAGELESKI REICHERT

**INDICADORES ÁCIDO-BASE E TITULAÇÃO: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL
INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

MEDIANEIRA

2025

ÁTALA LUA VAGELESKI REICHERT

**INDICADORES ÁCIDO-BASE E TITULAÇÃO: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL
INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

**Acid-base indicators and titration: an investigative experimental proposal for
chemistry teaching**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Licenciado em Química da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Emerson Luís Pires

Coorientador(a): Juliane Maria Bergamin Bocardi

MEDIANEIRA

2025



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ÁTALA LUA VAGELESKI REICHERT

**INDICADORES ÁCIDO-BASE E TITULAÇÃO: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL
INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Licenciado em Química, Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 14/fevereiro/2025

Emerson Luís Pires
Doutor em Química
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira

Juliane Maria Bergamin Bocardi
Doutora em Química
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira

Henry Charles Albert Davis N T Mendonça Brandão
Doutor em Química
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira

Lairton Moacir Winter
Doutor em Filosofia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira

MEDIANEIRA

2025

RESUMO

REICHERT, Átala Lua Vageleski. **Indicadores ácido-base e titulação: uma proposta experimental investigativa para o ensino de Química.** 2025. Trabalho de conclusão de curso de Licenciatura em Química – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2025.

Desafios e problemas diários encontrados nas aulas de Química se resumem a cultura tradicional de ensino que perpassa por gerações, alunos desinteressados, pouco ativos no processo de ensino e aprendizagem, falta de recursos das escolas, pouca exploração das atividades experimentais e desconexão da teoria com a realidade do aluno. Esses pontos elencados infelizmente refletem nas dificuldades dos alunos com esse conhecimento científico e pouca apropriação deles. Ressaltamos neste trabalho a importância de as experimentações serem grandes aliadas para uma prática pedagógica de modo a promover ao aluno seu papel ativo diante dos desafios propostos, portanto o objetivo foi de analisar o processo de construção de conhecimento sob a abordagem investigativa em uma experimentação com alunos do primeiro período do curso de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, sabendo da importância e da riqueza de inseri-las nas aulas de ciências. Os alunos trabalharam em grupo em cima de uma situação problema envolvendo a escolha adequada de um indicador para uma titulação ácido base, desenvolveram suas observações, responderam questionários iniciais e finais e levantaram hipóteses sobre os fenômenos observados das titulações sob orientação do docente. A participação dos alunos no processo de titulação foi unânime, apresentaram interesse e curiosidade ao realizarem a prática, discutiram opiniões divergentes até chegarem em uma conclusão mais próxima da teórica. Já nas respostas escritas, os alunos apresentaram um notável desenvolvimento na apropriação dos seus conhecimentos e na alfabetização científica. Essa atividade visa não apenas consolidar o entendimento teórico sobre titulações, mas desenvolver habilidades práticas e críticas, na resolução de um problema capacitando os participantes a tomar decisões fundamentadas e participar do processo de ensino aprendizagem.

Palavras-chave: indicadores, titulação, experimentação, investigação.

(x) Autorizo a disponibilização do seguinte correio eletrônico para contato:

atalareichert@gmail.com

ABSTRACT

REICHERT, Átala Lua Vageleski. **Acid-base indicators and titration: an investigative experimental proposal for chemistry teaching.** 2025. Trabalho de conclusão de curso de Licenciatura em Química – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2025. Título original: Indicadores ácido-base e titulação: uma proposta experimental investigativa para o ensino de Química

Daily challenges and problems encountered in Chemistry classes can be summarized in the traditional teaching culture that has been passed down through generations, disinterested students, little active in the teaching and learning process, lack of resources in schools, little exploration of experimental activities and disconnection between theory and the reality of the student. These points listed unfortunately reflect in the difficulties that students have with this scientific knowledge and little appropriation of it. In this work, we emphasize the importance of experiments as great allies for a pedagogical practice in order to promote the student's active role in the face of the proposed challenges. Therefore, the objective was to analyze the process of knowledge construction under the investigative approach in an experiment with students in the first period of the Chemistry Degree course at the Federal Technological University of Paraná, knowing the importance and the richness of including them in science classes. The students worked in groups on a problem situation involving the appropriate choice of an indicator for an acid-base titration, developed their observations, answered initial and final questionnaires and raised hypotheses about the phenomena observed in the titrations under the guidance of the teacher. The students' participation in the titration process was unanimous. They showed interest and curiosity when carrying out the practical work, and discussed differing opinions until they reached a conclusion that was closer to the theoretical one. In their written responses, the students showed remarkable development in the appropriation of their knowledge and in scientific literacy. This activity aims not only to consolidate the theoretical understanding of titrations, but also to develop practical and critical skills in solving a problem, enabling participants to make informed decisions and participate in the teaching-learning process.

Keywords: Indicators, titration, experimentation, investigation.

LISTA DE QUADROS

<u>Quadro 1 – Tabela de dados experimentais.....</u>	25
<u>Quadro 2 – Respostas Questionário 1 Pergunta 1.....</u>	27
<u>Quadro 3 – Respostas Questionário 1 Pergunta 2.....</u>	28
<u>Quadro 4 – Respostas Questionário 1 Pergunta 3.....</u>	28
<u>Quadro 5 – Respostas Questionário 1 Pergunta 4.....</u>	29
<u>Quadro 6 – Respostas Questionário 1 Pergunta 5.....</u>	29
<u>Quadro 7 – Respostas Questionário 2 Pergunta 2.....</u>	35
<u>Quadro 8 – Respostas Questionário 2 Pergunta 3.....</u>	36
<u>Quadro 9 – Respostas Questionário 2 Pergunta 4.....</u>	37
<u>Quadro 10 – Respostas Questionário 2 Pergunta 5.....</u>	36
<u>Quadro 11 – Respostas Questionário 2 Pergunta 6.....</u>	37
<u>Quadro 12 – Respostas Questionário 2 Pergunta 7.....</u>	37
<u>Quadro 13 – Respostas Questionário 2 Pergunta 8.....</u>	38
<u>Quadro 14 – Respostas Questionário 2 Pergunta 9.....</u>	38

SUMÁRIO

<u>1 INTRODUÇÃO</u>	9
<u>2 OBJETIVOS</u>	12
<u>2.1 Objetivo geral</u>	12
<u>2.2 Objetivos específicos</u>	12
<u>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</u>	13
<u>3.1 O ensino médio público brasileiro e suas principais dificuldades no ensino de química</u>	13
<u>3.2 Metodologias utilizadas para o ensino de química</u>	14
<u>3.3 A experimentação como ferramenta pedagógica</u>	16
<u>3.4 Experimentação na abordagem investigativa</u>	17
<u>3.5 Sequencia didática</u>	21
<u>3.6 Indicadores ácido-base</u>	22
<u>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</u>	23
<u>4.1 Problematização</u>	24
<u>4.2 Resolução do problema (investigação experimental)</u>	24
<u>4.3 Sistematização do conhecimento</u>	24
<u>4.3.1 Organização dos Dados Experimentais</u>	24
<u>4.3.2 Conexão com Conceitos Teóricos</u>	25
<u>4.3.3 Construção de uma solução</u>	25
<u>4.4 Avaliação</u>	26
<u>4.5 Análise dos dados</u>	26
<u>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	28
<u>5.1 Problematização</u>	30
<u>5.2 Resolução do problema (investigação experimental)</u>	31
<u>5.3 Sistematização do conhecimento</u>	31
<u>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</u>	41

<u>REFERÊNCIAS</u>	42
<u>APÊNDICE</u>	46

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas que envolvem a educação no ensino médio está relacionado à falta de participação e interesse dos alunos, um fato frequentemente associado à indisciplina e à desconexão entre os conteúdos ensinados e o mundo ao redor dos estudantes. Quando os alunos não percebem a relevância do que aprendem no dia a dia, seja na sala de aula ou fora dela, é mais difícil despertar seu envolvimento e motivação. Este problema, infelizmente, é comum na educação e pode estar associado a uma cultura a apropriação antiga da cultura que utilizava e ainda faz uso da metodologia essencialmente tradicional, a qual, pautada apenas no professor ativo do processo pedagógico, transforma os alunos em simples expectadores da aula, reservando a eles um papel meramente passivo no processo pedagógico (Libâneo, 2013). Esse modelo de ensino, em sua maior parte, desencadeia um conhecimento momentâneo nos alunos, eles compreendem, decoram, mas não percebem sua aplicação e conseqüentemente, esquecem. Assim, a imagem da química como algo “complicado” perpassa por anos, e mesmo por gerações até os dias atuais.

O uso de experimentações no ensino de química pode ser um grande aliado para uma prática pedagógica construtivista de modo a desenvolver no aluno seu papel ativo diante dos desafios propostos. A utilização de experimentações sob o viés investigativo pode possibilitar que o discente desenvolva sua capacidade de reflexão perante o experimento e o estimule a formular e construir seu conhecimento perante às evidências experimentais vivenciadas.

A pedagogia construtivista é uma abordagem que coloca o aluno como chave principal na construção do conhecimento e que leva em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, que trazem historicamente consigo. A interação é a base da metodologia, a interação entre os alunos e aluno professor, através das interações e da linguagem é que os alunos desenvolvem seus conhecimentos e habilidades (Piaget, 1976).

As experimentações investigativas podem ser utilizadas antes mesmo de princípios teóricos, de modo que os alunos, acompanhados de orientações

do docente, sejam capazes de formular suas próprias hipóteses, relacionar novos conceitos ao conhecimento pré-existente e contribuir para a construção do saber, ao mesmo tempo em que exploram as "descobertas" que ocorrem no laboratório.

A utilização dessa metodologia tem por objetivo formar alunos ativos e pensantes perante o mundo em que vivem, que criem hipóteses, que descubram o novo e que principalmente consigam perceber a química ao seu redor de uma maneira mais clara, contextualizada, descomplicada e atrativa.

A imagem da Química como algo "complicado" perpassa por gerações até os dias atuais. Esse obstáculo difícil de ser superado se dá pelo fato de que o ensino dos conceitos científicos pode não ter sido relacionado com as reações que acontecem diariamente e naturalmente em seu dia-a-dia. O atual modelo de ensino, em sua maior parte, desencadeia o entendimento momentâneo nos alunos, eles compreendem, decoram, não percebem sua aplicação e conseqüentemente esquecem.

Para o ensino de química, as experimentações são ferramentas ricas em demonstrar para o aluno que tudo ao seu redor é correlacionado com os conteúdos de sala de aula. Nessa perspectiva, o modelo de experimentação investigativo se preocupa com a assimilação do conhecimento, que consiste em o aluno além de entender, também perceber, de que modo o conhecimento se aplica efetivamente, o que desenvolve sua habilidade de construção de conhecimento. Muito além de receber as informações, nesse modelo pedagógico os alunos são parte do processo da descoberta, são ativos na busca pelo seu próprio conhecimento, se tornam mais curiosos em relação à ciência e descobrem a importância de desenvolvê-la constantemente. Isso mostra ao indivíduo que ele pode fazer parte dela contribuindo para soluções atuais e futuras podendo, ainda desenvolver o ímpeto pela atividade científica.

Entretanto, romper com o ensino tradicional não é uma tarefa simples, e planejar uma aula alternativa vai além do domínio dos conceitos. Nesse sentido, destaca-se a importância de oferecer aos futuros docentes a oportunidade de explorar diferentes abordagens pedagógicas, a fim de que possam conhecer e incentivar o uso dessas metodologias em suas práticas posteriores.

Nesta perspectiva, o objetivo desta pesquisa foi elaborar e implementar uma aula experimental investigativa sobre titulação ácido-base para os alunos

do 1º período do curso superior de Química Licenciatura e Química Industrial. O estudo visou avaliar os resultados dessa abordagem em relação à participação dos estudantes, ao desenvolvimento do pensamento crítico, ao aprimoramento da argumentação e à construção do conhecimento científico.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Propor e implementar uma aula experimental por uma abordagem investigativa para analisar o processo de aprendizagem dos alunos do primeiro período do curso de Licenciatura em Química.

2.2 Objetivos específicos

- Aplicar experimentação investigativa;
- Verificar a postura dos alunos perante as situações das atividades propostas pelo docente;
- Elencar as vantagens e os desafios encontrados pela prática;
- Pontuar as características da turma em relação a participação, reflexão, argumentação e à construção do conhecimento científico durante o processo;
- Discutir os resultados coletados ao fim das atividades.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 O ensino médio público brasileiro e suas principais dificuldades no ensino de química

A rede pública de ensino enfrenta diariamente as dificuldades que a cercam, com a falta de infraestrutura e de professores, carência de apoio econômico para que possam desenvolver projetos diferentes e ainda deficiência de materiais didáticos e estrutura laboratorial (Inep, 2020).

Atualmente, no ensino médio, professores da rede estadual de ensino do Paraná recebem materiais prontos entregues pela secretaria de educação do estado para a utilização dos professores em sala. Esse material contempla os conteúdos do ano, perguntas, imagens, tudo em slides. Esse material segue os requisitos do currículo básico nacional e na maioria das salas de aula é o único recurso utilizado como ferramenta pedagógica para ser material de apoio, de pesquisa, de ilustração e de ideias.

Infelizmente, os conteúdos de química estão entre os considerados como mais difíceis de assimilar para os alunos, e isso é o reflexo de todos os problemas enfrentados pela educação e também pela maneira em que a química ainda é abordada (Vasconcelos, 2003).

Muito mais como uma matéria ou uma disciplina, o conhecimento em Química deve ser desenvolvido por meio da motivação para que os alunos entendam o mundo que os rodeiam, despertando interesse e desenvolvendo a capacidade de raciocínio. Sendo assim, inserir práticas de experimentações investigativas nos planejamentos pode ser uma ferramenta que auxilie os docentes a alcançarem seus objetivos pedagógicos e elevar o ensino da química para um patamar mais interessante e de procura pelos alunos (Mortimer, 1996).

Esse modelo de experimento é pouco utilizado nas escolas por não ser tão popular, demandar maturidade, relativo tempo para seu planejamento e responsabilidade dos alunos e que muitas vezes imaginam a ciência apenas dentro de laboratórios, com experimentos donairosos, estimulantes e desafiadores, sem conexão com a sala de aula. Essa atual cena não torna o ensino encantador, resultando na falta de interesse e desmotivação pelos assuntos. Além disso, muitas das instituições de ensino não possuem laboratórios adequados e equipados para que professores possam ministrar

suas aulas com excelência. Deparam-se com problemas estruturais, falta de materiais, de reagentes que impossibilitam usufruir da prática como ferramenta de complementação do ensino. Faltam professores preparados e a carga horária do ensino médio e de vários cursos voltados à química também são fatores problemáticos atualmente (Maldaner, 2003).

Os problemas estruturais e a falta de materiais para desenvolver uma aula prática desmotiva até mesmo os docentes (Dantas; et al, 2019). Outros problemas enfrentados são o grande número de alunos por sala, a baixa qualidade de estruturas e materiais, e a carga horária baixa para realizar uma experimentação investigativa, o investimento de tempo para que possa realizar uma sequência didática completa pode inibir o currículo (Laburú, 2003).

Outra situação encontrada pelos professores é a falta de interação dos alunos com o assunto. Inicialmente, a timidez e a cultura educacional de sempre aguardar o professor entregar o conteúdo para os alunos fazendo referência ao ensino tradicional são barreiras difíceis de serem superadas, demanda insistência dos docentes, preparo e principalmente, saberem quais conhecimentos prévio os seus alunos trazem consigo, pois quando o assunto vem abordado de acordo com o conhecimento prévio se torna mais fácil para dar continuidade, além de que se contextualizado com o meio em que o mesmo está inserido, logo será assimilado com clareza (Schnetzler, 2002).

3.2 Metodologias utilizadas para o ensino de química

As metodologias são ferramentas flexíveis que o docente pode utilizar como auxílio no processo de ensino aprendizagem para tentativas de alcançar excelência dos seus alunos nos objetivos traçados para a internalização dos conhecimentos. Uma metodologia apresenta técnicas de ensino em que se segue um passo a passo de acordo com cada especificidade de professor e de aluno. Para a adoção de uma metodologia o professor deve levar em consideração o meio em que seus alunos estão inseridos, a faixa etária do seu público, o grau de instrução e conhecimentos deles, os recursos que a escola disponibiliza e o tempo dedicado a planejamento das aulas (Libâneo, 2013)

Sabe-se que não existe um modo único, perfeito de ensino e a escolha de uma única metodologia para ser utilizada todos os dias é desfavorável. A sala de

aula diariamente apresenta diversos fatores que confirmam essa afirmação, pois cada dia, cada escola e cada aluno desenvolve-se unicamente. Portanto, cabe ao professor utilizar métodos e abordagens percorrendo por quantas metodologias for preciso para que construa uma exposição didática que possa atingir a maior aquisição e assimilação de conhecimentos científicos por parte dos seus alunos (Masetto, 2011).

É papel do professor realizar essas colheitas diariamente do que funciona naquele momento, para aquela turma, e caso necessário, repense sobre sua prática e replaneje utilizando outras ferramentas e metodologias diferentes, intercalando ou mesclando-as sempre com o intuito de criar interesse pela química, praticar uma alfabetização científica, proporcionar momentos de reflexão e criticidade e claro, a aprendizagem eficaz (Masetto, 2011).

É muito comum nas aulas contemporâneas de química adotar-se o método tradicional de ensino, no qual o conhecimento é concentrado no professor, as aulas são expositivas e as avaliações escritas são de caráter somativo. Apesar desse método ser ainda o mais utilizado há, contudo, mais flexibilidade permitindo outras abordagens incorporadas. Hoje, o conhecimento não é mais pautado apenas no professor, as aulas expositivas ganharam características dialogadas e as avaliações variam de acordo com cada situação. Percebe-se assim, que esse método foi refinado e estruturado com novas abordagens de ensino (Moran, 2007).

Outro enfoque que tem atingido certo destaque entre os professores é aquele chamado de métodos ativos que tem por característica justamente colocar o aluno ativo no seu próprio processo de aprendizagem. As aulas podem se basear nas dúvidas e escolhas de conteúdo de interesse dos próprios alunos e no meio em que estão inseridos, debates e pesquisas são constantes e o professor passa ao papel de mediador, de orientador durante o processo. Essas metodologias propõem-se mais atrativa para o aluno já que o insere dentro da ciência de maneira instigante. As aulas podem ir além da sala de aula, incluindo pesquisas de campo, jogos, debates entre grupos (Freire, 1994)

O maior problema já citado que pode dificultar a aplicação dessas metodologias de ensino é a falta de interação dos alunos com o professor durante as aulas, pois os mesmos vêm culturalmente à espera do resultado, dos assuntos, das questões, etc. Diante disso, o professor realiza um trabalho diário

para tentar converter essa situação para que esta metodologia possa ser aplicada (Libâneo, 2013)

Dentre esses métodos, encontra-se várias abordagens que juntam algumas ferramentas de ensino para a consolidação da aprendizagem. Algumas dessas abordagens cabem ao ensino de química de maneira mais eficiente, são elas a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), Sala de Aula Invertida, o Ensino Contextualizado e a Investigativa.

A ABP insere um problema inicial geralmente encontrado no meio social do aluno e a partir dele o conhecimento científico é esmiuçado até que se encontra uma solução para o problema inicial (Farias, 2021).

A Sala de Aula Invertida coloca o aluno como o planejador de uma aula de um determinado assunto, sendo assim, ele deve pesquisar, entender e ensinar; o professor faz o papel de mediador do processo (Martins, 2010).

O Ensino Contextualizado apresenta ao aluno uma situação em que aquele conhecimento pode ser aplicado, porém, o planejamento deve ser cauteloso para que o aluno não tenha a percepção que aquele conhecimento é apenas para aquele contexto desvinculando do todo (Oliveira *et al*, 2019).

Por fim, na abordagem Investigativa, o aluno se depara com um problema e propõe hipóteses mediante seus conhecimentos prévios, faz testes, pesquisas, sistematiza o conteúdo e confronta os fenômenos com a teoria. Essa abordagem é interessante realizar antes mesmo de qualquer aula expositiva, pois é possível perceber o desenvolvimento do aluno durante o processo. Aqui, a experimentação é uma estratégia bem-vinda para consolidar o conhecimento (Santos, 2007).

3.3 A experimentação como ferramenta pedagógica

Atualmente, o modo dominante pelo qual as aulas práticas são desenvolvidas segue um roteiro pronto e específico para ser seguido. Os alunos entram nos laboratórios e já encontram exatamente os instrumentos que necessitam para aquela determinada prática, junto a eles o material de apoio em que apresenta um roteiro descrevendo passo a passo o que devem realizar. Assim, o aluno apenas reproduz o que é previamente determinado (Silva e Zanon, 2000). Ao fim, o professor constata que o que a turma fez é referente a

teoria que fora apresentada em sala de aula e se encerra a aula prática com a construção de um relatório como forma de avaliação. Esse tipo de experimento é muito conhecido como “receita de bolo” no qual os alunos seguem o que está escrito e só esperam o resultado que pode ou não encerrar com êxito (Suart e Marcondes, 2008). Neste formato, o aluno desenvolve maioritariamente suas habilidades manuais, conhece apenas os materiais que lhe foram apresentados, não há espaço para observação do processo minuciosamente, não lhe é necessário refletir e muito menos desenvolver a sua criticidade, é geralmente passivo desde o primeiro momento até o fim de todo o processo de ensino, assim como no ensino tradicional (Delizoicov, 2011).

Essa maneira de prática pode ser útil em determinadas situações, porém é uma prática retrógrada, que apresenta falhas e ceifa o ensino (Nunes e Ardoni, 2023).

3.4 Experimentação na abordagem investigativa

O foco do ensino ao decorrer dos anos passou de ser de quantitativo para qualitativo, já que a produção de novos conhecimentos acontece de maneira acelerada e de fácil acesso. Portanto, a educação passou a preocupar-se com a qualidade dos conhecimentos fundamentais que o aluno deveria construir e, sendo assim, começou-se a levar em consideração os estudos sobre como o conhecimento era construído envolvendo os conteúdos, a sociedade e a história do aluno (Perrenoud, 2000). Dessa forma, levanta-se a importância da contribuição de Jean Piaget e Lev Vygotsky que foram pioneiros na busca dessa pesquisa para considerar todos os aspectos possíveis na construção e assimilação de novos saberes dos alunos e nas metodologias construtivistas.

A experimentação investigativa é uma estratégia de ensino derivada da pedagogia ativa, na qual tem como desígnio tornar o aluno participativo, ativo e primordial para a construção do seu próprio conhecimento. Ao realizar um experimento neste formato, o professor passa a ser orientador no processo de ensino-aprendizagem, que direciona os alunos e os instiga a refletir sobre o processo (Munford, Lima, 2007).

A aplicação da aula deste trabalho, baseada na sequência de Carvalho, e nas pesquisas dos autores citados anteriormente, Piaget e Vygotsky, coloca o

aluno diante de uma situação problema e o diferencia de um aluno passivo para um aluno que faz parte da sua própria construção do seu conhecimento. Esses problemas devem ser organizados pensando em um processo no qual o aluno já traz consigo seu conhecimento prévio para que a partir dele se façam novos questionamentos para novos aprofundamentos (Vigotski,2019). A partir dela é iniciado uma série de observações, testes, discussões e outras circunstâncias que desencadeiam a interação dos alunos criando propostas para a tentativa de resolvê-la (BorochoVICIUS; Tortella, 2014).

Nesta etapa, podem ser utilizados exemplos de fenômenos da natureza, problemas laboratoriais ou até simples questionamentos, não desmerecendo o erro do aluno, pois aqui, neste método, o erro faz parte do processo, ele deve ser fonte de novos questionamentos ou observações para a construção de uma ideia mais adequada com o auxílio da orientação do professor. Este problema deve estar o mais interligado com a cultura e a sociedade do indivíduo, pois para que todo o processo tenha êxito, o conhecimento deve fazer sentido para o aluno, deve fazer parte da sua vivência (Bachelard, 1996).

Salienta-se que a situação problema deve ser sempre muito bem planejada e estruturada, reforçando a importância de um bom planejamento em sala de aula. Esta situação deve sempre buscar instigar o aluno a refletir, a tentar chegar a alguma solução utilizando-se dos seus conhecimentos científicos prévios ou suas próprias experiências. Neste momento, os estudos de Piaget e Vygotsky atuam para que a interação entre os indivíduos através das linguagens e o conhecimento que carregam da sua própria sociedade, sendo essa interação aluno-aluno tão importante quanto professor aluno, começam a serem relevantes para a formação das hipóteses na tentativa de acharem uma solução. (Suart e Marcondes, 2008)

Esse processo tem como finalidade formar discentes que levantem suas hipóteses, desenvolvam o raciocínio, que busquem solucionar os problemas apresentados e construam o conhecimento científico (Bachelard, 1996). Isso mostra a eles a ciência como é, de que ponto parte, como se desenvolve e até onde precisa chegar.

Indiretamente, em cada indivíduo, causa efeitos em sua autonomia, na confiança, percebe a importância e valoriza as questões científicas e de aprendizado e a participação ativa do discente também influencia na tomada de

decisões, na organização de pareceres e na sua busca por novos saberes (Wilsik, 2009).

De outra maneira, a proposta pode abordar a experimentação como princípio de uma sequência. Quando a atividade prática é o ponto de partida, os alunos não comprovam a teoria e sim, abrem brechas para que dentro do laboratório se indaguem sobre o que acontece, como acontece e o porquê daqueles fenômenos que, após observados, são formuladas as teorias (Amaral, 1995). O professor entra neste momento para orientar as hipóteses, para auxiliar nos caminhos que devem seguir a partir dos conhecimentos já existentes e questionar constantemente para que o processo faça sentido racional (Delizoicov; Angotti, 2002).

Após o primeiro passo da apresentação de uma situação problema, vem a parte da criação de hipóteses e levantamento de ideias dos alunos para resolver a situação ou responder os questionamentos. O papel do professor neste momento é de instigar os debates, aguçar a curiosidade, fazer o aluno pensar além da sala de aula. Deve ser levado em consideração os erros e as divergências de ideias, e a partir desses debates, o professor deve ir orientando e dando forma para que se fundamente um novo conhecimento. Além do conhecimento científico em si, dessa maneira, o professor abre espaço para a criação de alunos pensantes, críticos, cientificamente alfabetizados e facilita a linguagem da ciência ampliando a cultura científica (Sasseron, 2015).

A próxima fase deste método é a sistematização do conhecimento. Nesta parte o professor pode fazer-se mais presente caso os alunos não conseguiram formar nada próximo do real para a resolução do problema dado (Carvalho, 2013). É importante a análise caso isso tenha acontecido, se o conhecimento prévio não estava enfraquecido ou ainda não estivesse acontecido uma assimilação eficaz para que um aprofundamento pudesse ter dado início. É nesta fase que pode acontecer a maioria dos “insights” dos alunos, aqui devem ser realizadas as análises das respostas ou dados obtidos e a reflexão da ligação dos fenômenos com a ciência. Neste momento, o conhecimento deve começar a fazer sentido para o aluno, realizando uma conexão entre teoria e prática e analisando criticamente os resultados e respostas obtidas durante esse processo (Delizoicov; Angotti, 2002). Deve dar início a assimilação de maneira individual com o que cada aluno carrega durante o processo. Sendo assim, ainda

de acordo com Vygotsky, este novo conhecimento assimilado, passa a ser a nova área de desenvolvimento real (Vygotsky, 1994).

A sistematização ainda, coloca o aluno para praticar de maneira mais concreta os novos saberes. Realizando novos textos, listas de exercícios e experimentações (Carvalho, 2013).

Posteriormente a experimentação, pode-se dar continuidade para a construção da teoria até que alcancem o objetivo, ou que cheguem o mais perto possível dela. Além disso, é de relevância salientar que nas tentativas dos alunos, os erros e falhas sejam objetos de estudo tratados como parte do processo e devem ser motivos de avanço para que na interação e construção cheguem a um ponto razoável (Carvalho, 2013)

Desta maneira, os alunos podem ter mais contato com o modo de construir, descobrir ciência, eles fazem parte do processo. É uma forma de criar interesse e apreço por algo visto como difícil e descontextualizado, longe da realidade dos alunos (Bachelard, 1996).

Fatores relevantes que podem trazer a experimentação investigativa a tornar-se corriqueira é a escolha de conteúdos mais adequados que possibilitam utilizar materiais alternativos, de baixo custo e fácil acesso e ainda que sejam seguros para o manuseio. Sendo assim, a experimentação investigativa pode e deve ser incluída na forma de ensino (Carvalho, 2013).

A química deve ser tratada como assunto rotineiro, deve ser demonstrada que ela compõe todo o nosso meio, que somos a partir dela criados. Sendo assim, o professor tem um papel importante de desconstruir a dificuldade apresentada pelos conceitos químicos e demonstrar o quanto temos contato direto com eles sem que seja notado (Portugal, 2023).

Para finalizar o processo por completo na abordagem investigativa, a avaliação. A avaliação, nesta abordagem, não tem por objetivo uma característica somativa, e sim, formativa, além disso, a avaliação é um momento de extrema importância de autoavaliação do professor para repensar como seu trabalho está direcionado e os ajustes que devem ser tomados para a continuação do mesmo. Na abordagem investigativa portanto, a avaliação dá-se desde o momento da reflexão das situações problema. O aluno deve se manter constantemente ativo, não só apenas na sua linguagem verbal, mas durante todo o processo e nas suas atitudes procedimentais (Carvalho, 2013).

Sendo assim, a avaliação processual ou diagnóstica, convém melhor com a abordagem de ensino investigativo, contempla o aluno como um todo durante o processo. Deve ser considerado suas reflexões, suas interações com colegas e professor, suas hipóteses, contribuições para com o grupo, se realiza testes para comprová-las, suas tomadas de decisões e atitudes, organização de ideias e conceitos desenvolvidos (Luckesi, 2011).

O professor deve ainda sempre utilizar a avaliação do processo de desenvolvimento dos alunos como a sua própria autoavaliação para que coordene e replaneje sua prática docente (Perrenoud, 1999).

A instauração desse modelo de experimento na escola ainda é lenta, mas, algumas aplicações desse método demonstram resultados relevantes para o avanço do ensino de química (Oliveira, *et al*, 2019). Os alunos se tornam mais participativos na construção do conhecimento, percebem a importância do processo e se tornam capazes de desenvolver a criatividade e, para que isso seja alcançado, eles devem ser desafiados constantemente.

Esse modo ativo desenvolve o aluno como pessoa e como futuro profissional no qual consegue perceber a necessidade de observar e posteriormente de criar soluções para os problemas que surgem ou novos caminhos pertinentes aos que já existem (Sasseron Carvalho, 2011).

3.5 Sequência didática

Toda aula deve ser planejada nos mínimos detalhes, com o maior aproveitamento possível dos conteúdos. Essas devem ser diversificadas, adaptadas as especificidades de cada turma e adequadas conforme idade dos alunos, turno, horários, acontecimentos culturais da sociedade, etc (Vasconcelos, 1956).

Uma sequência didática bem construída é uma ferramenta indispensável para o professor utilizar em sala de aula, é nela que há todo o detalhamento de cada conteúdo como turma, procedimentos metodológicos, objetivos, avaliações. Essa sequência pode ser construída para uma ou mais aulas de acordo com os objetivos e conteúdos traçados no planejamento. Como o nome sugere, é uma sequência de ações organizadas considerando os conhecimentos prévios dos alunos para um aprofundamento a fim de que os alunos possam

alcançar novos objetivos da sua área de desenvolvimento potencial (Vygotsky, 1994).

Nas sequências didáticas, quanto maior a gama de materiais, recursos e ferramentas, mais a aula se torna diversificada. Uma aula composta por essas diversificações como textos, tabelas, gráficos, debates, rodas de conversa, exercícios, experimentos, trata-se de uma aula rica em condições de atingir vários dos sentidos dos alunos, fala, escuta, pensamento, visualização (Libâneo, 2013). Esses vários sentidos atingidos podem prender satisfatoriamente a atenção dos alunos durante as aulas, facilitando o processo da aprendizagem, das interações, das reflexões e do desenvolvimento da própria cultura científica.

Todo cuidado deve ser tomado ao planejar uma sequência, ela pode ter excessos ou faltas, pode não ser compatível com turmas e alunos de uma mesma escola. Portanto, a pesquisa do docente sobre aquela sociedade, a história individual dos seus alunos e os conhecimentos que já carregam, interfere na qualidade de uma sequência didática. Sendo assim, nota-se que o papel do professor vai além de dentro de sala de aula frente a uma turma, seu trabalho pedagógico inicia-se muito antes, deve ter muita atenção e cuidado desde o planejamento (Libâneo, 2013).

3.6 Indicadores ácido-base

Os chamados indicadores ácido-base ou indicadores de pH, são substâncias que em diferentes pHs tem por característica apresentarem colorações distintas e de fácil visualização (Terci; Rossi, 2002). A alteração da coloração se dá ao fato da ligação do indicador com as moléculas de H^+ (ou H_3O^+) ou com as moléculas de OH^- e assim resultarem em alterações nas configurações eletrônicas e estruturais das substâncias resultando na mudança de suas cores (Constantino; *et al*, 2004). Um dos indicadores mais comuns é a fenolftaleína, que em seu ponto de viragem, ou seja, do momento da transição na solução de incolor para rosa indica que o pH está entre 8,2 e 10,0 dependendo da concentração e temperatura.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Essa pesquisa é descrita como uma pesquisa aplicada pois o foco é a elaboração e aplicação prática de uma proposta de ensino e a análise do processo de construção do conhecimento através dela. Possui uma abordagem qualitativa em que os resultados da implementação da proposta de ensino foram observados e analisados, explorando as experiências, reflexões e percepções dos alunos durante o processo (Thiollent, 1986).

Elaborou-se uma proposta de ensino experimental investigativo para o estudo de titulação ácido-base e o uso de indicadores de pH. O público-alvo foram estudantes do 1º período do curso de Química Licenciatura e Química Industrial. O trabalho foi aplicado na turma dividida em 5 grupos, sendo dois grupos de quatro alunos e três grupos de três alunos.

A elaboração dessa aula foi fundamentada nas premissas de Carvalho (2013), que propõe um ensino por investigação baseado inicialmente na averiguação dos conhecimentos prévios dos alunos e posteriormente nas etapas de: Problematização, Resolução do problema; Sistematização do conhecimento e Construção de explicações (Avaliação).

A experimentação envolveu titulações de uma base forte (NaOH) com um ácido fraco (CH₃COOH) e 2 diferentes indicadores ácido-base: Alaranjado de metila e Fenolftaleína.

Inicialmente buscou-se identificar os conhecimentos prévios dos alunos. Para isso os seguintes questionamentos foram feitos:

- 1- O que é uma titulação e para que serve?
- 2- O que é ponto de equivalência e ponto de viragem em uma titulação?
- 3- O que são indicadores ácido-base? Para que servem os indicadores ácido-base?
- 4- Você conhece algum indicador ácido-base?
- 5- Como varia a escala de pH?

A partir disso, foi entregue para cada grupo um roteiro investigativo (Apêndice 1).

Após finalizarem as respostas do questionário 1, iniciou-se a leitura do problema proposto para que pudesse ser dado início as atividades:

4.1 Problematização

Em uma indústria química, a precisão no controle de qualidade é essencial para garantir a segurança e a eficácia dos produtos finais. O analista químico responsável precisa determinar a concentração de uma solução de ácido acético (CH_3COOH) de concentração desconhecida utilizando uma solução padrão de hidróxido de sódio (NaOH) de concentração conhecida. No entanto, ele está em dúvida sobre qual indicador ácido-base é mais adequado para a titulação e decide testar dois indicadores: Fenolftaleína e Alaranjado de metila

4.2 Resolução do problema (investigação experimental)

A partir disso organizou-se a atividade experimental fornecendo uma solução de CH_3COOH de concentração desconhecida. Foi explicado que cada grupo deveria realizar a titulação de 10 mL de CH_3COOH com NaOH 0,1 M testando os dois indicadores (alaranjado de metila e fenolftaleína). Antes de iniciar pediu-se para os alunos pesquisarem e anotarem a faixa de viragem e a cor específica dos indicadores que iriam utilizar.

Em cada titulação, orientou-se para que os alunos observassem e anotassem o volume utilizado até o ponto de viragem e junto ao professor encontraram a concentração da amostra de CH_3COOH . Ao fim da titulação, realizou-se a medição de pH utilizando as fitas de pH e repetiu-se o processo para o outro indicador.

4.3 Sistematização do conhecimento

O objetivo almejado nessa etapa é organizar as informações obtidas do experimento e conceitos discutidos pelos alunos durante a investigação para consolidar o aprendizado (Carvalho, 2013).

4.3.1 Organização dos Dados Experimentais:

Solicitou-se que os alunos construíssem uma tabela com os resultados experimentais das titulações conforme ilustrado abaixo no quadro 1.

Quadro 1 - Tabela de dados experimentais

Indicador	V_{gasto} NaOH	C_{CH₃COOH}	Cor	Faixa de viragem	pH
Alaranjado de Metila					
Fenolftaleína					

Fonte: Autor

Na sequência, instigou-se os alunos a refletirem sobre as diferentes concentrações encontradas em se tratando das mesmas soluções em todas as titulações.

4.3.2 Conexão com Conceitos Teóricos

Promover uma discussão guiada para revisar e introduzir conceitos relacionados, como:

- ✓ Reação de neutralização.
- ✓ Curvas de titulação (ponto de equivalência e regiões de pH).
- ✓ Explicar diferença entre ponto de viragem e ponto de equivalência.
- ✓ Propriedades dos indicadores ácido-base e sua faixa de pH de transição.

Relacionar a escolha do indicador ao ponto de equivalência do ácido acético (pH \approx 9) para que reflitam que o uso de um indicador aleatório pode levar a resultados imprecisos.

4.3.3 Construção de uma solução

Nesse momento, os alunos devem consolidar as informações em explicações que respondam à problematização inicial. Sugere-se as questões:

- Qual indicador apresentou um ponto final mais próximo do ponto de equivalência (pH próximo de 9)?
- Qual indicador é mais apropriado para esse tipo de titulação? Por quê?

- Quais problemas podem surgir devido à escolha inadequada do indicador e como isso pode afetar os resultados da análise e a qualidade dos produtos finais?

- Como a faixa de pH de viragem de cada indicador influencia o ponto final observado?

- Que impacto teria o uso de um indicador inadequado na determinação da concentração do ácido?

Finalizando, promoveu-se uma discussão em grupo fazendo relação entre a prática experimental e aplicações reais, explicando como a escolha incorreta de um indicador pode comprometer, por exemplo, o controle de qualidade em uma indústria química.

4.4 Avaliação

Para avaliação concreta dos conceitos, os alunos em grupos responderam a um novo questionário sem o auxílio do professor e entregaram ao final da aula para que fosse possível analisar o desenvolvimento do progresso da construção do conhecimento científico e da linguagem científica dos alunos. O professor também realizou uma avaliação processual observando e anotando a postura e os acontecimentos relevantes dos integrantes dos grupos desde o início da aula até o final.

4.5 Análise dos dados

A coleta dos dados para a pesquisa foi realizada por meio de dois questionários respondidos em grupo pelos alunos, sendo o primeiro aplicado previamente a qualquer explicação ou experimento para realizar um levantamento do conhecimento dos alunos. O segundo questionário foi aplicado posteriormente toda a prática e debates, ao final da aula.

Toda a aula teve gravação de áudio e fora realizada a transcrição dos momentos mais oportunos da aula iniciados pelos alunos dentro da abordagem investigativa. Esses dados coletados foram observados da maneira qualitativa para acompanhar o desenvolvimento do raciocínio científico perante o conteúdo químico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado a discussão nos grupos, a interação dos alunos, a participação, as explicações construídas pelos alunos, verificando se relacionaram os conceitos discutidos (ponto de equivalência, faixas de pH dos indicadores, etc.), se foram capazes de interpretar os dados experimentais e representar a curva de titulação e a evolução das respostas iniciais para as finais.

As perguntas abertas foram entregues juntamente com o passo a passo do experimento, uma vez que, por se tratar de uma turma relativamente nova em laboratório, algumas orientações precisavam ser fornecidas.

As respostas à primeira pergunta, “O que é uma titulação e para que serve?”, podem ser vistas no Quadro 2. A análise das respostas obtidas na primeira questão revela que os alunos demonstraram diferentes níveis de compreensão sobre o conceito de titulação. Enquanto alguns, como o Grupo 1, ainda não possuíam clareza sobre o tema, outros apresentaram respostas mais consistentes, como o Grupo 5, que identificou corretamente a titulação como um procedimento para determinar a concentração de uma substância.

Quadro 2 - Respostas Questionário 1 Pergunta 1

Questionário 1/ P1: O que é uma titulação e para que serve?	
G1	Não sei
G2	Serve para indicar o grau de uma solução (ácido-base)
G3	É o procedimento utilizado para analisar ativo do produto ou substância
G4	É uma solução ácido-base
G5	É uma reação para quantificar e determinar a quantidade de concentração de uma substância em uma solução

Fonte: Autor (2025)

A segunda pergunta “O que é ponto de equivalência e ponto de viragem em uma titulação?” Quadro 3, foi desenvolvida pensando na observação das respostas anteriores ao desenvolvimento da atividade experimental investigativa e nas respostas finais (após a atividade desenvolvida), pois ela se repete nos dois questionários podendo realizar comparações mais precisas sobre o processo de construção de conhecimentos dos alunos.

Quadro 3 - Respostas Questionário 1 Pergunta 2

Questionário 1 / P2: O que é ponto de equilíbrio e de viragem em uma titulação?	
G1	Não sei
G2	Não sei
G3	O ponto de viragem é quando uma substância reage com o indicador
G4	Igualdade, mudança de cor
G5	Ponto de equivalência é quando uma substância equivale a outro que a concentração é igual. Ponto de viragem é quando a concentração do reagente passa a concentração do titulado

Fonte: Autor (2025)

É possível observar nas respostas do Quadro 3 que, nesta questão, o grau de dificuldade aumentou. No entanto, destaca-se a resposta do Grupo 5, pois um de seus integrantes está cursando sua segunda graduação e já atua na área de auxiliar de técnico em química em um laboratório. Percebe-se que a maioria dos alunos não teve contato com esses conceitos, o que é compreensível, pois se trata de estudantes do 1º período, e esses tópicos são abordados de forma mais aprofundada em etapas posteriores do curso

Na questão três, Quadro 4, há uma hegemonia entre as respostas, com exceção do Grupo 5 que demonstra uma linguagem mais científica do assunto e o Grupo 3 que não respondeu, pois disseram que não sabiam, mesmo incentivados a responderem pela professora. Essas respostas sugerem que, embora alguns alunos tenham uma compreensão básica sobre a função dos indicadores, ainda existem lacunas no entendimento, especialmente quanto à explicação precisa de como os indicadores funcionam e sua aplicação em titulações.

Quadro 4 - Respostas Questionário 1 Pergunta 3

Questionário 1 / P3: O que são indicadores ácido-base? Para que servem?	
G1	São indicadores que indicam o pH de uma determinada solução que contém ácido
G2	Para indicar o grau do ácido
G3	—
G4	Eles são para indicar se a solução é uma base ou ácido
G5	Indicam através da modificação da cor de uma solução a presença de um ácido ou uma base e são importantes para saber o ponto de viragem de uma titulação

Fonte: Autor (2025)

Na questão 4, Quadro 5, pode-se perceber que o grupo 1 realizou um experimento sobre indicadores de ácido-base durante seu ensino médio, pois essa prática é comum nas escolas utilizando repolho roxo, ao serem

questionados sobre isso, confirmaram. Ainda se percebe que os indicadores citados podiam ser facilmente consultados no próprio material que tinham em mãos e novamente o grupo 3 não soube responder.

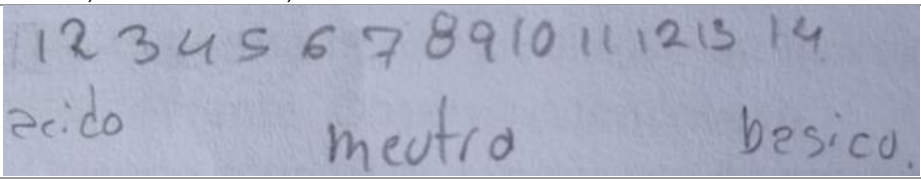
Quadro 5 - Respostas Questionário 1 Pergunta 4

Questionário 1/ P4: Você conhece algum indicador ácido-base? Quais?	
G1	Repolho roxo e fita
G2	Fita de "colometria"
G3	_____
G4	Fenolftaleína
G5	Fenolftaleína. Alaranjado de metila

Fonte: Autor (2025)

A quinta pergunta do questionário inicial tinha como objetivo levantar informações de o que os alunos entendiam por ácidos e bases, o quadro 6 apresenta as respostas dos grupos.

Quadro 6 - Respostas Questionário 1 Pergunta 5

Questionário 1/ P5: Como varia a escala de pH?	
G1	1 à 14, sendo 1 ácido, 14 básico e 7 neutro
G2	
G3	1 à 4 ácido. 4 à 8 neutro. 8 à 14 alcalino
G4	ácido, neutro e alcalino. 0-14
G5	De 0 a 14 sendo que de 0 a 7 é de pH de soluções ácidas de 8 a 14 pH de produtos ou soluções alcalinas

Fonte: Autor (2025)

Verifica-se que a maioria dos grupos mostraram maior compreensão sobre esse conceito.

Assim, notou-se que embora a avaliação tenha se concentrado apenas nos conhecimentos prévios dos alunos, eles demonstraram esforços em tentar responder a maioria das perguntas. No entanto, apresentaram maior dificuldade nas questões 1, 2 e 3.

5.1 Problematização

Nesta etapa, foi apresentado um problema aos alunos que se mostraram curiosos e motivados na sua resolução.

Foi possível destacar nesse momento, a importância dos conceitos científicos em sua aplicação prática, especialmente em situações reais da indústria. Além disso, criou-se uma conexão entre o conteúdo a ser explorado e a aplicação prática desse conhecimento.

5.2 Resolução do problema (investigação experimental)

Nesta etapa, observou-se a participação ativa dos alunos na montagem das vidrarias para a titulação, na execução do experimento e na análise dos fenômenos. Eles demonstraram interesse e curiosidade ao perceberem as variações nas cores e volumes, abordando o processo com atenção e envolvimento. É relevante salientar que, durante o processo de titulação, todos os grupos quiseram refazer a primeira titulação com o alaranjado de metila e a segunda com a fenolftaleína, pois como nunca haviam realizado a prática antes, quiseram ter certeza de que o volume encontrado estava realmente correto, demonstrando ação ativa, reflexiva e pensante durante o processo.

Avaliando com característica da abordagem investigativa, coletando além das respostas escritas, as atitudes dos alunos durante o processo da experimentação. Verificou-se que todos os alunos participaram integralmente da construção das respostas escritas dos dois questionários e dos momentos manipulativos; todos agiram a fim de realizar corretamente inclusive da preparação da montagem dos equipamentos, analisaram os fenômenos com apreço e curiosidade ao perceberem as diferenças de cores e volumes.

5.3 Sistematização do conhecimento

Durante a construção da tabela organizacional dos dados experimentais que obtiveram, a professora entrevistou de modo que realizassem de maneira conjunta os cálculos de concentração e na formulação da equação da reação, visto que, os alunos ainda não obtinham conhecimento para realizá-los sem orientação.

Atuando como mediadora do processo investigativo, a professora solicitou que os alunos colocassem no quadro os valores obtidos dos volumes das titulações com os dois indicadores. Sendo assim, para que todos pudessem chegar a uma mesma resposta conjunta, preocupando-se também com o tempo da aula, foi realizado uma média desses valores, essa média foi utilizada para realizar os cálculos de concentração a partir da fórmula $C_1.V_1=C_2.V_2$

Os volumes gastos obtidos pelos grupos nas titulações de um mesmo indicador deram pequenas diferenças de valores, demonstrando precisão das medidas. Entretanto foi ressaltado o fato de que os volumes gastos nas titulações entre os dois indicadores (Fenolftaleína e Alaranjado de metila) foram muito diferentes. Ao questionar a turma sobre a razão da variação no volume das titulações, mesmo se tratando de uma mesma amostra, os alunos responderam inicialmente que a diferença poderia estar relacionada a concentração do indicador ou o pH da viragem. A professora encaminhou as discussões questionando o que a viragem teria a ver com o volume gasto de NaOH (titulante). A turma chegou à conclusão de que, quanto maior o pH, maior a quantidade de reagente. A professora insistiu, questionando qual reagente estariam considerando neste caso, e a turma respondeu que seria o NaOH.

Chega-se à conclusão aqui de os alunos estão sugerindo que quanto mais NaOH é adicionado, maior é o pH da solução. A professora orientando-os questiona se essa seria a razão pelo qual os volumes obtidos nas titulações com os indicadores serem diferentes. Um determinado aluno diz que o motivo é a mudança de viragem do pH. A professora pede uma explicação mais detalhada, e outro aluno acrescenta: “A fenolftaleína tem o pH de viragem em 8, pra deixar o pH do ácido em 8 eu preciso usar uma maior quantidade de NaOH até o ponto de viragem.”

Ao pedir se todos concordavam, o mesmo aluno completou: “Como o ponto de viragem do alaranjado de metila é baixo e ocorre em meio ácido, não precisou usar tanto NaOH.”

Sendo assim, é colocado em prática um momento reflexivo, no qual os alunos formulam hipóteses mediados pela professora. Embora a linguagem dos alunos ainda não apresenta total domínio sobre os conceitos, é possível perceber o desenvolvimento da argumentação e o encaminhamento para a

explicação científica do fenômeno. Observou-se que os alunos se mostraram reflexivos na busca por conceitos que pudessem explicar o ocorrido, o que está em consonância com as propostas de Carvalho (2013), que afirma: “Alguns alunos vão mais longe, chegando às explicações causais e nessa hora, eles vão procurar uma nova palavra em seu vocabulário para se comunicar - é o começo da conceitualização (Carvalho, 2013, p. 256).

Obteve-se os valores de concentração do ácido acético utilizando a fenolftaleína 0,1mol/L e 0,027mol/L com o Alaranjado de metila, conforme a tabela do Grupo 4 como exemplo.

Figura 1 – Resultados obtidos pelo grupo 4

Indicador	V _{gasto NaOH} (mL)	C _{CH₃COOH} (mol/L)	Mudança de cor	pH da faixa de viragem	pH no ponto final
Alaranjado de Metila	2,8	0,027	Amarelo/Incolor	4,0	3,1-4,4
Fenolftaleína	9,9	0,1	Incolor/Rosa	8-9	8,2-10

Questionário: $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$
 $0,1 \cdot 10 = x \cdot 10$
 $\frac{1}{10} = x \cdot 10 = x,01$
 $0,27 = x \cdot 10 \Rightarrow x = 0,027$

Fonte: Autor (2025)

Mostrando passo a passo a reação utilizada, a professora comenta que o NaOH se trata de uma base forte e o CH₃COOH um ácido fraco, sendo o vinagre, utilizado na preparação de alimentos e podendo ser ingerido. Observando os reagentes, os alunos constataram que a reação era uma reação ácido-base. Para finalizar a construção desse conhecimento então é explicado que quando há a reação de um ácido com uma base são gerados sal e água como produtos de acordo com a reação completa. Ainda, é explicado que na reação geral de NaOH com CH₃COOH para reagir completamente é necessário que esteja balanceada e utilizando 1 mol de cada um dos reagentes para formar 1 mol de cada produto.

Realizando a análise da reação construída e comparando com os valores de concentração calculados, volta-se a tentativa de resolver o problema inicial do analista entre qual o indicador deveria ser utilizado para este tipo de titulação. Inicialmente, os alunos colocam o segundo indicador utilizado como o correto, explicando que de acordo com a reação e os cálculos, a titulação utilizando o indicador fenolftaleína a concentração do ácido chega a 1mol/L: “Você mostrou

que precisa ter 1 mol de NaOH e 1 mol de ácido acético pra gerar 1 de sal e a água, então se a reação balanceada é 1:1 vai ser a fenolftaleína, 0,1 mol. [...] o indicador fenolftaleína chegou mais perto do 0,1 mol do ácido acético que é a concentração que a gente achou.”

A professora questiona então: “Será que usar Alaranjado de metila está errado para realizar titulações?”. A turma reflete, mas não responde. Realizou-se a observação de que o indicador Alaranjado de metila apresenta um ponto de viragem em pH ácido, sendo assim, a professora explica que em circunstâncias onde a solução final apresente um pH em torno de 4, o Alaranjado de metila seria o indicador apropriado, mas que não se enquadra no problema do analista. Um aluno afirma: “Isso quer dizer que a solução neutralizou então.” Esta afirmação demonstra a percepção de conceitos ácido-base, e que a fenolftaleína seria o indicador ideal para resolução deste problema.

Levanta-se então a questão sobre o uso de uma base forte como titulante um ácido fraco como titulado e questiona-se aos alunos se o ponto de viragem tende a ocorrer em meio ácido ou em meio básico., Todos concordam que o ponto de viragem ocorrem em meio básico, e que por isso, a viragem ficou em pH 8. Ressalta-se que isso deve ser levado em consideração na escolha de um indicador adequado.

Observando os dados, a professora indaga o que significa ponto de viragem e os alunos instantaneamente respondem que se trata da mudança de cor da solução. Quando questionados sobre ponto de equivalência, respondem que se refere à igualdade nas quantidades de ácido e base. A professora complementa explicando que o ponto de equivalência ocorre quando a quantidade de ácido e de base se neutralizam, neste caso 1 mol de ácido e 1 mol de base sendo proporcionais, nesta situação.

Com a discussão em andamento, um aluno questiona: “Então eu posso dizer que ponto de viragem é ponto de equivalência?”

A professora passa a pergunta da colega para a turma e acontece um conflito de ideias., pois outro afirma: “Eu acho que sim, porque se quando ele vira a gente pára de misturar a solução a gente pára a análise.”

A professora solicita que analisem os dados das tabelas, observando os pontos viragem do alaranjado de metila que encontraram nas pesquisas. Após a

análise, é questionado aos alunos se entre pH 3 e 4 com o Alaranjado de Metila a reação está neutralizada e um aluno responde que sim.

A partir disso, a professora solicita que analisem com muita atenção os resultados de concentração obtidos a partir do volume gasto de NaOH com os 2 indicadores (Fenolftaleína e Alaranjado de Metia) completados na tabela (Figura 2) ., Nesse momento, a professora revisa a equação geral da reação (Reação 1), salientando a relação estequiométrica entre reagentes e produtos:



Por fim, a professora questiona se, na titulação utilizando o Alaranjado de Metila, o ácido acético (CH_3COOH) foi neutralizado. Os alunos mostraram-se pensativos e relatam que a solução de NaOH apresentava uma concentração de 0,1 mol/L, e que, com o volume gasto até o ponto de viragem do indicador Alaranjado de Metila, obteve-se uma concentração de 0,027 mol/L de ácido acético. Diante disso, a professora questiona novamente se a solução de ácido acético foi neutralizada e se o ponto de viragem e ponto de equivalência se tratam da mesma coisa.

Alguns alunos responderam que não, um aluno responde que sim e a professora pergunta para uma das alunas que respondeu que são diferentes o que ela entendeu, obtendo a seguinte resposta: “Ali (no alaranjado de metila) está abaixo do valor por mais que tenha tido a viragem, ele virou a cor, mas não está equivalente.” É realizada novamente a pergunta se ponto de viragem e ponto de equivalência são a mesma coisa e a turma toda responde que não. A aluna que respondia que sim responde: “Entendi, ele trocar de cor não quer dizer que neutralizou, entendi.”

A professora ainda coloca que a turma já havia respondido que o indicador ideal seria a fenolftaleína perante a problematização inicial e dá algumas explicações extras e coloca como exemplo na indústria farmacêutica, se algum medicamento que precisa ser fabricado neutro é utilizado o alaranjado de metila como indicador nessa situação, o medicamento seria o quê? Os alunos percebem que seria um medicamento ácido, alguns demonstram reações de preocupação e percebem a necessidade de utilizar um indicador ideal e específico para cada situação.

Após todo o procedimento metodológico desenvolvido e a sistematização do conteúdo, os alunos responderam o segundo e último questionário, Apêndice 2, ainda em grupo, realizando apontamentos sobre o processo da experimentação realizada.

A questão número 1 do questionário, “Escreva a reação química ocorrida”, foi respondida de maneira coletiva ainda no momento da construção das informações da tabela para ser possível realizar as análises e a explicação sobre os indicadores com o auxílio da professora, pois notou-se que os alunos ainda não tinham conhecimento suficiente para escrever corretamente a reação.

Portanto, a partir da questão 2 a análise das respostas no quadro 7, passou a ter um caráter mais rigoroso para observar o desenvolvimento do raciocínio científico que os alunos foram capazes de ter após todo o processo.

Quadro 7 - Respostas Questionário 2 Pergunta 2

Houve variações de volumes entre as titulações com os indicadores Alaranjado de Metila e Fenolftaleína? E entre as concentrações? Por quê?	
G1	Sim, sim, pois o ponto de viragem do alaranjado de m. é menor que o de fenolftaleína
G2	Sim, quanto mais básico for a solução, maior será o volume do indicador
G3	Sim, a concentração também é maior para poder reagir e neutralizar a solução
G4	Sim, por causa da diferença de pH entre eles.
G5	Sim, foi utilizado um volume maior de NaOH com o indicador fenolftaleína, pois o pH de viragem desse indicador é entre 8 e 10, então para atingir o pH foi gasto mais NaOH em relação ao alaranjado de metila que o pH de viragem é 4, e usou um volume menor de NaOH

Fonte: Autor (2025)

Nesta pergunta os alunos relataram de forma cabível o porquê da diferença dos volumes. Nota-se que fazem referência apenas a prática realizada, sem colocar o fenômeno no geral, isso nos mostra que o pensamento científico ainda segue em desenvolvimento. Novamente, o grupo 5 destaca-se por suas respostas mais elaboradas.

A pergunta 3 direcionada a prática realizada, questiona de maneira mais direta e pontual. Todos acertam observando os resultados no quadro 8, pois durante o procedimento foi algo muito discutido entre a turma que constatou de maneira unânime que para solucionar o problema inicial, naquela situação, o indicador fenolftaleína era o mais ideal para ser utilizado.

Quadro 8 - Respostas Questionário 2 Pergunta 3

Qual indicador apresentou um ponto final mais próximo do ponto de Equivalência (pH próximo de 9)?	
G1	Fenolftaleína
G2	Fenolftaleína
G3	Fenolftaleína
G4	Fenolftaleína
G5	Fenolftaleína

Fonte: Autor (2025)

A próxima pergunta, a de número 4, tem como o objetivo aprofundar o uso do indicador em relação a força do ácido e da base as respostas estão apresentadas no quadro 9.

Quadro 9 - Respostas Questionário 2 Pergunta 4

Qual indicador é o mais apropriado para esse tipo de titulação (ácido fraco com base forte)? Por quê?	
G1	Fenolftaleína, por ser nesse uma concentração mais neutra
G2	Fenolftaleína, pois o gasto de solução foi de 1 mol.
G3	Fenolftaleína, por ser um indicador com pH básico.
G4	Fenolftaleína. Porque neutralizou
G5	Fenolftaleína, pois esse indicador realizando os cálculos de concentração, indicou que a concentração de ácido acético é de 0,1 mol, igual a concentração de NaOH

Fonte: Autor (2025)

Esta questão evidencia que, embora tenha ocorrido um avanço na construção do conhecimento e uma tentativa de argumentação sobre os indicadores, os alunos ainda se limitaram à prática realizada, sem realizar tentativas de reflexão crítica de forma mais generalizada (Carvalho, 2013). Além disso, observa-se uma dificuldade na construção da resposta, o que pode estar relacionado ao curto tempo de abordagem de novos conceitos.

Na quinta pergunta, os alunos deveriam refletir sobre a diferença de volumes se tratando sobre uma mesma solução. Essa questão fora levantada durante a prática e alguns alunos participaram oralmente como já citado, porém, ao levantarmos os resultados dos grupos, obtivemos as seguintes respostas de acordo com o quadro 10.

Quadro 10 - Respostas Questionário 2 Pergunta 5

O que o indicador tem a ver com o volume utilizado por cada grupo?	
G1	Por conta do pH, o alaranjado de metila precisava um pouco menos enquanto a fenolftaleína precisava mais.
G2	Pelo pH de viragem.

G3	Tem haver por causa do pH básico e ácido que interfere no ponto de equivalência
G4	Tem haver por causa do pH básico que interfere no ponto de equivalência
G5	Se o pH de viragem for maior, será necessária uma quantidade maior de reagente para atingir o pH de viragem.

Fonte: Autor (2025)

Nota-se que mesmo realizando as discussões coletivamente, aqui o raciocínio não teve o conhecimento total concretizado, apresenta-se ainda raciocínios confusos em relação a ponto de viragem e de equivalência. Ainda, é possível analisar que a resposta dos grupos 3 e 4 são iguais, característica de uma possível dificuldade entre um desses grupos em formular sua resposta.

Na questão 6, dadas as respostas no quadro 11, os alunos demonstram perceber a necessidade de um indicador ideal para determinada situação.

Quadro 11 - Respostas Questionário 2 Pergunta 6

Quais problemas poderiam surgir devido a escolha inadequada do indicador e como isso pode afetar os resultados da análise e a qualidade dos produtos finais?	
G1	Quando o indicador não for adequado a uma possibilidade de alteração na qualidade da solução final
G2	O ponto de viragem, a quantidade de solução
G3	Pode afetar no resultado da neutralização da reação química
G4	Pode afetar na neutralização da solução
G5	Se o indicador não for correto baseado no cálculo de concentração, se observar somente pelo ponto de viragem pode haver um erro grande que pode acontecer de afetar na qualidade do produto ou até a saúde do consumidor final

Fonte: Autor (2025)

Enquanto alguns grupos se preocuparam apenas com a neutralização, outros pensaram na qualidade do produto. Nenhum citou os riscos à saúde.

Quadro 12 - Respostas Questionário 2 Pergunta 7

Como a faixa de viragem de cada indicador influencia o ponto final observado?	
G1	Influência pela quantidade de solução, para neutralizar ou deixar mais ácida.
G2	A quantidade de solução utilizada até a viragem.
G3	Influência na indicação do pH para neutralização a solução, onde o pH base neutraliza uma solução ácida fraca e base forte
G4	Influência na indicação do pH da neutralização da solução onde o pH base neutraliza a solução de ácido fraco e base forte.
G5	A faixa de pH de viragem só indica a mudança de cor na reação e não indica a equivalência da reação.

Fonte: Autor (2025)

O quadro 12 apresenta as respostas à questão 7.

É notável aqui que alguma assimilação foi obtida, ainda não totalmente correta, porém, o grupo 5, que desde o princípio apresentou uma base de

conhecimentos prévios, teve sua resposta mais completa e próxima da teoria, que novamente, ainda não tenha sido apresentada aos alunos.

Para a pergunta 8 os alunos responderam da seguinte maneira conforme visto no quadro 13.

Quadro 13 - Respostas Questionário 2 Pergunta 8

Que impacto teria o uso de um indicador inadequado na determinação da concentração do ácido na indústria?	
G1	Quantidade inadequada de cada solução.
G2	Não teria como saber em qual momento aconteceria a viragem e qual o pH do produto.
G3	Não teríamos a neutralização correta da solução e a mesma poderia permanecer ácida.
G4	Tem a neutralização, ficaria ácido.
G5	Se for usado um indicador inadequado altera a especificação do produto e estará vendendo um produto fora da especificação que foi registrado no órgão competente.

Fonte: Autor (2025)

Nessas respostas, é visível que o conhecimento construído por eles em relação a escolha do indicador foi relevante e pensaram de maneiras diferentes entre os grupos como responder à questão.

Aqui é amplamente perceptível um avanço de compreensão do grupo 3. Enquanto algumas perguntas do questionário 1 não foram respondidas pois disseram que não sabiam como responder, aqui, já obtemos uma resposta mais formal, utilizando-se de uma linguagem mais técnica e científica, apresentando uma construção do conhecimento em relação aos indicadores (Ausubel, 2000).

Por fim, a questão 9 se repete porém num momento distinto; obteve-se as últimas respostas conforme quadro 14.

Quadro 14 - Respostas Questionário 2 Pergunta 9

Existe diferença entre o Ponto de Viragem e Ponto de Equivalência? Explique	
G1	Sim, pois o ponto de viragem pode ou não ser neutro, devido a solução do indicador
G2	Sim, ponto de viragem é indicado pelo pH e a cor e não pela neutralização da solução
G3	Sim, o ponto de viragem está relacionado a análise do pH e o ponto de equivalência está relacionado a neutralização da solução
G4	Sim, teria o ponto de viragem, mas a equivalência não se concretizaria
G5	Sim, o ponto de viragem indica a mudança da cor, no pH de viragem e o ponto de equivalência é quando as concentrações de produtos e reagentes se igualam

Fonte: Autor (2025)

Durante as respostas do primeiro, destaca-se o grupo 5 que realizou uma tentativa de resposta mais completa e o grupo 3 que responde de maneira muito sucinta e objetiva.

Neste momento final, destaca-se as respostas do grupo 1 que teve um grande salto no desenvolvimento na construção das suas respostas em comparação aos dois questionários. O grupo 2 e 4 desenvolveram algumas noções sobre o assunto, enquanto o grupo 3 e principalmente 5 apresentaram uma assimilação relevante.

Foi destacado que para escolher o indicador ideal para uma titulação, é essencial considerar o pH do ponto de equivalência da reação e compará-lo com a faixa de pH de viragem dos indicadores disponíveis. A faixa de pH de viragem corresponde ao intervalo de pH no qual a cor do indicador muda visivelmente. Cada indicador tem uma faixa de pH distinta e uma cor inicial que ajuda a identificar quando o ponto de viragem é atingido.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a abordagem investigativa se mostrou de maneira mais instigante algo simples dos conteúdos de química, e que assim, tornou o momento de muita participação, ação e curiosidade por parte dos alunos.

Em relação a avaliação da assimilação do conhecimento, todos demonstraram um desenvolvimento de raciocínios em diferentes níveis e ainda, como o conhecimento prévio deve ser sempre levado em consideração. Isso foi muito claro e relevante ao compararmos os grupos 3 e 5. Um grupo não apresentava respostas elaboradas no princípio enquanto o outro mostrava uma linguagem e tentativas de respostas completas. Ao fim, os dois grupos construíram respostas muito satisfatórias utilizando linguagem mais científica. Portanto, destacando principalmente o grupo 3, teve-se um grande avanço no processo de construção do conhecimento utilizando esta abordagem ativa.

Toda via, contemplando todas as características de uma avaliação na abordagem investigativa, nem todos os alunos participaram de maneira ativa quando o momento de formação de hipóteses foi realizado de maneira coletiva. Isso pode acontecer devido a cultura educacional de o aluno apenas passar aulas ouvindo, ou ainda, o receio de participar de maneira errônea, pois há casos em que os erros são tratados como motivos vexatórios. Aqui, os erros foram tratados como motivos de levantamento de opiniões para chegarmos as respostas em conjunto. Porém, foi analisado que mesmo com essas limitações, todos os alunos, dentro dos seus próprios grupos, participaram contribuindo para a construção de suas teorias, respostas e manipulações da prática experimental.

Observando os resultados encontrados, concluímos que a experimentação no ensino de química atrelada a uma abordagem investigativa deveria ser mais incentivada nas aulas de química pelos resultados colhidos.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Ivan Amorosino do. **Em Busca da Planetização do Ensino de Ciências para Educação Ambiental**. 1995. 653 p. Tese (Doutor em Educação) - Faculdade Estadual de Campinas, São Paulo, 1995.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. 1. ed. rev. LISBOA: paralelo editora, 2000. 243 p.

BACHELARD, Gaston. **Formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 309 p. v. 5. ISBN 978-85-85910-11-2.

BOROCHOVICIUS, Eli; TORTELLA, Jussara Cristina Barboza. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Scielo**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 83, p. 263-294, jun. 2014.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. **O Ensino de Ciências por investigação**: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 164 p. ISBN 978-8522114184.

CONSTANTINO, M. G.; DA SILVA, Gil Valdo José; DONATE, Paulo Marcos. **Fundamentos de Química Experimental**. Vol. 53. São Paulo: Edusp, 2004.

DANTAS, Francisca Myrtes De Sousa et al. **Os desafios do ensino da química do ensino médio**. Anais VI CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2019.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de ciências**: fundamentos e métodos. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2002. 364 p. ISBN 8524908580.

DELIZOICOV, Nadir Castilho; SLONGO, Iône Inês Pinsson. **O ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental**: elementos para uma reflexão sobre a prática pedagógica. Série-Estudos - Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB, campo grande, p. 205-221, novembro 2011.

FARIAS, Cleilton Sampaio de. **A Aprendizagem Baseada Em Problemas Na Forma De Estudo De Caso Aplicada Ao Ensino Na Educação Profissiona**. 1. ed. Rio Branco: Ifac, 2021. 148 p. Disponível em: <https://www.ifac.edu.br/revistas/livros-vi-conc-t/e-book-aprendizagem-baseada-em-problemas.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2025.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 107 p. v. 21. 1994.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **INEP** Censo Escolar da Educação Básica. Brasília, 2020.

Disponível em:
https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_escolar_2020.pdf. Acesso em: 6 fev. 2025.

LABURÚ, Carlos Eduardo *et al.* Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências. **Ciência e Educação**, Paraná, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 31 p. 2013. ISBN 978-85-249-1603-8.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da Aprendizagem Escolar: Estudos e Proposições**. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 32 p. v. 8. ISBN 978-85-249-1744-8.

MALDANER, O. A. O ensino de química no contexto da educação básica. **Química Nova**, v. 26, n. 3, p. 356-362, 2003.

MARTINS, Ana Amélia Lage. **Mediação**: reflexões no campo da Ciência da Informação. Orientador: Profa. Dra. Alcenir Soares dos Reis. 2010. 255 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais-, [S. l.], 2010. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ECID-88MHR9/1/dissertacao_ana_amelia.pdf. Acesso em: 20 fev. 2025.

MASETTO, Marcos Tarcísio. **Competência Pedagógica do Professor Universitário**. Conjectura, São Paulo, v. 16, n. 3, set/dez 2011.

MORAN, José Manoel. **A Educação que Desejamos: Novos Desafio e Como Chegar Lá**. 12. ed. São Paulo: Papirus, 2007. 176 p. ISBN 978-8530808358.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? Ensino e Pesquisa Educação e Ciências, **Revista Ensaio**, v. 9, n. 1, p. 89-111, jun 2007.

NUNES, Amisson dos Santos; ARDONI, Dulcinéia da Silva. **Revisitando o Ensino de Química nas Escolas da Rede Pública de Ensino Fundamental e Médio de Itapetinga-BA: O olhar dos(as) alunos(as)**. Práticas Pedagógicas e Inclusivas no Ensino de Ciências, [s. l.], v. 1, p. 78-90, 2023. DOI 10.37885/231014694. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/books/praticas-pedagogicas-e-inclusivas-no-ensino-de-ciencias>. Acesso em: 6 fev. 2025.

OLIVEIRA, Darlei Gutierrez Dantas Bernardo; GABRIEL, Samila da Silva; MARTINS, Geovana do Socorro Vasconcelos. A experimentação investigativa: utilizando materiais alternativos como ferramenta de ensino-aprendizagem de química. SIAT & SERPRO - Artigos Completos: ensino e diversidades, **Revista**

de Pesquisa Interdisciplinar, Cajazeiras, v. 2, ed. Especial II: XIII SIAT & V SERPRO, p. 238-247, 15 ago. 2019. DOI <https://doi.org/10.24219/rpi.v2i2.0.358>. Disponível em: <https://cfp.revistas.ufcg.edu.br/cfp/index.php/pesquisainterdisciplinar/article/view/358/pdf>. Acesso em: 6 fev. 2025.

PERRENOUD, Philippe. **Avaliação**. Da Excelência à Regulação das Aprendizagens: Entre duas lógicas. 1. ed. [S. l.]: Porto Alegre, Penso, 1999. 184 p. ISBN 978-8573075441.

PERRENOUD, Philippe. **Pedagogia Diferenciada: Das Intenções à Ação**. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2000. 184 p. ISBN 978-8573075892.

PIAGET, Jean. **Da Lógica da Criança à Lógica do Adolescente**. [S. l.]: Pioneira, 1976. 259 p. ISBN 978-8522197033.

PORTUGAL, Carla Gomes dos Santos. **Química em todos os sentidos: uma abordagem contextualizada do Ensino de Química**. Orientador: Andressa Esteves de Souza dos Santos. 2023. 76 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, [S. l.], 2023. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/bitstream/20.500.14407/15849/1/2023%20-%20Carla%20Gomes%20dos%20Santos%20Portugal.Pdf>. Acesso em: 20 fev. 2025.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social, **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-550, set-dez 2007

SASSERON, Lúcia Helena e CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 16(1), p. 59-77, 2011 Tradução. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID254/v16_n1_a2011.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações Entre Ciências da Natureza e Escola. Ensino e Pesquisa Educação e Ciências, **Revista Ensaio**, v. 17, ed. especial, p. 49-67, nov 2015. DOI <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 7 fev. 2025.

SCHNETZLER, Roseli P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, Piracicaba, v. 25, n. 1, p. 14-24, mai 2002. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000800004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/KFnNCTjJ73v88VvnS4hGRDc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 7 fev. 2025.

SILVA, L. H. A; ZANON, L. B. **Experimentação no ensino de ciências**. In: SCHNETZER, Roseli P.; ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.) Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Campinas: V Gráfica, 2000. p. 120-153.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 8, ed. 2, 12 fev. 2008.

TERCI, Daniela Brotto Lopes; ROSSI, Adriana Vitorino. Indicadores Naturais de pH: Usar Papel ou Solução? **Química Nova**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 684-688, 2002. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000400026>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/TnTMMbLD9gbm8CHGGs9PBGx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 7 fev. 2025.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 105 p. 1986.

VASCONCELLOS, Celso dos Santos. **Planejamento**: Projeto de ensino-aprendizagem e projeto político-pedagógico. 10. ed. São Paulo: Libertad, 1956. 371 p. v. 1.

VASCONCELOS, Clara *et al.* Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. **Psicologia Escolar e Educacional**, Porto, v. 7, n. 1, p. 11-19, 2003. DOI <https://doi.org/10.1590/S1413-85572003000100002>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pee/a/knPKhBMSPJD4ZVP7LP9vWqN/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 7 fev. 2025.

VIGOTSKI, Lev Semionovitch. **Pensamento e Linguagem**. 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2019. 160 p. ISBN 978-8533621169.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **Interação entre aprendizado e Desenvolvimento**. In: VYGOTSKY, Lev Semionovitch. Formação Social da Mente: O Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores. São Paulo: WMF Martins Fontes, 1994. cap. 6, p. 103-137.

WILSEK, Marilei Aparecida Gionedis; TOSIN, João Angelo Pucci. Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas. **Portal da Educação do Estado do Paraná**, v. 3, n. 5, p. 1686-1688, 2009.

APÊNDICE

AULA EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA: TITULAÇÃO ÁCIDO-BASE

Questionário 1:

- 1- O que é uma titulação e para que serve?
- 2- O que é Ponto de Equivalência e Ponto de viragem em uma titulação?
- 3- O que são indicadores ácido-base? Para que servem os indicadores ácido-base?
- 4- Você conhece algum indicador ácido-base? Qual?
- 5- Como varia a escala de pH?

Problema:

Em uma indústria química, a precisão no controle de qualidade é essencial para garantir a segurança e a eficácia dos produtos finais. O analista químico responsável precisa determinar a concentração de uma solução de ácido acético (CH_3COOH) de concentração desconhecida utilizando uma solução padrão de hidróxido de sódio (NaOH) de concentração conhecida. No entanto, ele está em dúvida sobre qual indicador ácido-base é mais adequado para a titulação e decide testar dois indicadores: Fenolftaleína e Alaranjado de metila.

Materiais:

- Solução de CH_3COOH (ácido acético)
- Solução de NaOH (hidróxido de sódio) 0,1 M
- Fenolftaleína (indicador)
- Alaranjado de Metila (indicador)
- 1 Garra para bureta
- 1 Provetas 10mL
- 2 copos de becker

Vidrarias:

- 1 Bureta de 25 mL
- Erlenmeyers 125 mL
- 2 Pipetas de Pasteur
- Fita universal de indicador de pH

Procedimento:

Antes de iniciar pesquise na internet o pH no ponto de viragem dos indicadores: Alaranjado de metila e Fenolftaleína.

01- Adicione aproximadamente 3 mL da solução de hidróxido de sódio 0,1 M na bureta, verifique se o equipamento não está com vazamento. Escorra o líquido pela parede interna da bureta e descarte-o.

02- Coloque a bureta na garra e complete com a solução de hidróxido de sódio até o menisco tendo o cuidado de preencher a parte inferior da bureta.

03- Adicione 10 mL de ácido acético de concentração desconhecida à um erlenmeyer. Utilize uma proveta e uma pipeta de pasteur para medir o volume.

04- Adicione tres gotas do indicador Alaranjado de Metila no erlenmeyer e homogenize.

05- Goteje lentamente a solução de hidróxido de sódio ao erlenmeyer e vá agitando constantemente. Observe o fenômeno.

06- Quando acontecer a mudança de cor, feche a bureta e anote o volume utilizado.

07- Prepare em outro erlenmeyer 10 mL de ácido acético e utilize uma proveta e uma pipeta de pasteur para medir o volume.

08- Adicione tres gotas do indicador Fenolftaleína no erlenmeyer e homogenize.

09- Complete a bureta novamente com solução de hidróxido de sódio até o menisco.

10- Goteje lentamente a solução de hidróxido de sódio ao erlenmeyer e vá agitando constantemente. Observe o fenômeno.

11- Quando acontecer a mudança de cor, feche a bureta e anote o volume utilizado.

12- Complete a tabela com os dados obtidos no procedimento experimental.

Indicador	V_{gasto} NaOH (mL)	C_{CH₃COOH} (mol/L)	Mudança de cor	pH da faixa de viragem	pH no ponto final
Alaranjado de Metila					
Fenolftaleína					

Questionário 2:

01 - Escreva a reação química ocorrida:

- 02 - Houveram variações de volumes entre as titulações com os indicadores Alaranjado de Metila e Fenolftaleína? E entre as concentrações? Por que?
- 03 - Qual indicador apresentou um ponto final mais próximo do Ponto de Equivalência (pH próximo de 9)?
- 04 - Qual indicador é mais apropriado para esse tipo de titulação (ácido fraco com base forte)? Por que?
- 05 - O que o indicador tem a ver com o volume utilizado por cada grupo?
- 06 - Quais problemas podem surgir devido à escolha inadequada do indicador e como isso pode afetar os resultados da análise e a qualidade dos produtos finais?
- 07 - Como a faixa de pH de viragem de cada indicador influencia o ponto final observado?
- 08 - Que impacto teria o uso de um indicador inadequado na determinação da concentração do ácido na indústria?
- 09 - Existe diferença entre o Ponto de viragem e o Ponto de Equivalência? Explique:

