

Laboratório experimental e resolução de problemas: construção do conhecimento químico

Experimental laboratory and problem solving: building chemical knowledge

Laboratorio experimental y resolución de problemas: construcción de conocimiento químico

Recebido: 12/11/2019 | Revisado: 15/11/2019 | Aceito: 22/11/2019 | Publicado: 23/11/2019

Mara Elisângela Jappe Goi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4164-4449>

Universidade Federal do Pampa, Brasil

E-mail: maragoi28@gmail.com

Flávia Maria Teixeira dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1778-4775>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: flavia.santos@ufrgs.br

Resumo

Neste trabalho desenvolve-se uma abordagem que envolve aspectos das interações entre professores, alunos e a pesquisadora, em sala de aula e laboratório de Ciências da Natureza. Tem por objetivo trazer contribuições relevantes para o Ensino e a Aprendizagem da Química, bem como trabalhar com a experimentação e a Resolução de Problemas na Educação Básica. A pesquisa foi implementada em três escolas da grande Porto Alegre, RS e abrangeu 5 turmas da 1º Ano do Ensino Médio, durante um tempo de 12 horas/aula em cada turma. Foram empregadas estratégias de Resolução de Problemas e experimentação fomentando a leitura, a investigação e a construção coletiva do conhecimento. Utilizou-se da pesquisa qualitativa, os dados foram produzidos por reflexões em diário de bordo, leitura de relatórios e a transcrição das gravações de áudio das aulas em que foi implementado o trabalho. A análise dos resultados foi realizada de acordo com a metodologia da Análise de Conteúdo de Bardin. Os dados obtidos indicaram que várias deficiências tornam o ensino experimental tradicional pouco eficiente e que a Resolução de Problemas pode contribuir para a estruturação das atividades práticas. Essas atividades potencializam a interatividade dos estudantes, colocando em prática habilidades cognitivas (estruturação dos problemas,

construção de estratégias para solucionar as problemáticas, extrapolação das situações, etc.), meta-cognitivas e sociais (trabalho em grupo, enculturação científica, etc.).

Palavras-chave: Experimentação; Ensino de Química; Metodologias.

Abstract

This work develops an approach that involves aspects of interactions between teachers, students and the researcher, in the classroom and laboratory of Natural Sciences. It aims to bring relevant contributions to the teaching and learning of chemistry, as well as working with experimentation and problem solving in basic education. The research was implemented in three schools in greater Porto Alegre, RS and covered 5 classes of the 1st year of high school, during a time of 12 hours / class in each class. Problem solving and experimentation strategies were employed to foster reading, research and the collective construction of knowledge. Qualitative research was used, the data were produced by reflections in logbook, reading reports and transcription of audio recordings of the classes in which the work was implemented. The analysis of the results was performed according to the Bardin Content Analysis methodology. The data obtained indicated that several deficiencies render traditional experimental teaching inefficient and that Problem Solving can contribute to the structuring of practical activities. These activities enhance the interactivity of students, putting into practice cognitive skills (problem structuring, building strategies to solve problems, extrapolation of situations, etc.), meta-cognitive and social (group work, scientific enculturation, etc.).

Keywords: Experimentation; Chemistry teaching; Methodologies.

Resumen

Este artículo desarrolla un enfoque que involucra aspectos de las interacciones entre maestros, estudiantes e investigadores en el aula y en el laboratorio de ciencias naturales. Su objetivo es aportar contribuciones relevantes a la enseñanza y el aprendizaje de la química, así como trabajar con la experimentación y la resolución de problemas en la educación básica. La investigación se implementó en tres escuelas del gran Porto Alegre, RS y abarcó 5 clases del primer año de la escuela secundaria, durante un período de 12 horas / clase en cada clase. Se emplearon estrategias de resolución de problemas y experimentación para promover la lectura, la investigación y la construcción colectiva del conocimiento. Se utilizó investigación cualitativa, los datos se produjeron mediante reflexiones en el libro de registro, informes de lectura y transcripción de grabaciones de audio de las clases en las que se implementó el trabajo. El análisis de los resultados se realizó de acuerdo con la metodología de análisis de

contenido de Bardin. Los datos obtenidos indicaron que varias deficiencias hacen que la enseñanza experimental tradicional sea ineficiente y que la resolución de problemas puede contribuir a la estructuración de actividades prácticas. Estas actividades aumentan la interactividad de los estudiantes, poniendo en práctica habilidades cognitivas (estructuración de problemas, estrategias de resolución de problemas, extrapolación de situaciones, etc.), metacognitivas y sociales (trabajo en grupo, enculturación científica, etc.).

Palabras clave: Experimentación; Enseñanza de la química; Metodologías

1. Introdução

Esse trabalho é fruto de observações e aplicações de atividades empíricas, de reflexões em torno de cada aula assistida de uma pesquisa de mestrado. Tem por objetivo trazer contribuições relevantes para o Ensino e a Aprendizagem da Química, bem como trabalhar com a articulação entre experimentação e Resolução de Problemas na Educação Básica.

Mais do que observadora, a pesquisadora se inseriu na rotina de cada escola, promovendo discussões e reflexões acerca dos acontecimentos das aulas. Assim, essa pesquisa foi desenvolvida em três escolas da região metropolitana de Porto Alegre, uma da rede pública de ensino e duas da rede privada e abrangeu cinco turmas da 1ª Série do Ensino Médio. Para preservar a identidade de cada uma das escolas, estas estão denominadas por Escola A, Escola B e Escola C.

Almejando um Ensino de Química mais contextualizado, que valorize o uso de atividades práticas para a reflexão e o debate do que é fazer Ciência, propõem-se um trabalho em que os estudantes busquem aspectos teóricos e experimentais para resolver cada uma das situações que lhes serão apresentadas para apresentar soluções a problemas empíricos e conceituais.

Para isso, procura-se discutir diferentes estratégias de ensino, sejam elas Resolução de Problemas e Experimentação que possam oferecer melhores condições para a aprendizagem do conhecimento científico.

2. Referencial teórico: Experimentação e Resolução de Problemas

A compreensão do processo de construção do conhecimento em Ciências (laboratório, sala de aula, etc.) é um foco de pesquisa privilegiado, vários trabalhos vinculados a diversos ramos da Psicologia vêm sendo empregados para o desvelamento desse processo (Driscoll,

1995, Almeida, 2004).

Assim, as estratégias de ensino vem sendo propostas em tendências teórico-metodológicas que, no Brasil, se estabeleceram ao longo dos últimos anos, sejam elas: Resolução de Problemas, relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), linguagem e comunicação em sala de aula, modelos e analogias, concepções espontâneas e conflito cognitivo, aulas experimentais, uso de novas tecnologias na educação, etc. (Schnetzler, 2002).

A experimentação se enquadra nessas tendências teórico-metodológicas e tem um papel relevante na aprendizagem escolar, ela instiga o aluno a pensar, a criar e a testar hipóteses, como também faz o educando se sentir atuante em sua aprendizagem. Segundo Axt (2002) a experimentação pode contribuir para aproximar o Ensino de Ciências das características de um trabalho científico, como também pode contribuir para a aquisição de conhecimento e para o desenvolvimento mental dos alunos.

O trabalho prático nas aulas de Ciências não é, entretanto, uma metodologia nova. Em 1822, o Departamento Educacional da Inglaterra declarava que a formação científica em Ciências deveria ser ministrada através de experimentos (Hodson, 1994). Lock (1987) fez uma revisão bibliográfica sobre o ensino experimental no período de 1862-1987 e constatou que esta estratégia metodológica sempre foi trabalhada.

Nas décadas de 1960 e 1970, grande parte dos currículos de Ciências enfatizaram o ensino experimental (Hodson, 1994). Atualmente o ensino continua assim, sendo que o que mais se observa em relação à experimentação é o “laboratório tradicional”, caracterizado por trabalho em equipe e em ambiente apropriado que permite a manipulação de objetos de laboratório, onde o educando pode construir conhecimentos testando o que já foi comprovado. Esse ambiente é marcado por aulas segmentadas, com atividades definidas por um roteiro fixo, em que o objetivo é trabalhar experimentos já comprovados. Assim, parece que o ensino experimental não é uma metodologia “criada” nos últimos anos, mas tem um histórico que de certa forma o vincula ao trabalho de repetição do contexto da descoberta científica.

Apesar dessas características, o laboratório didático é fundamental no Ensino de Ciências, e pensar em descartá-lo seria destruir a Ciência em seu contexto (Hodson, 1994; Barbeará & Valdés, 1996, Tamir & Garcia, 1992). Nesse sentido, várias sugestões vêm sendo feitas procurando melhorar a implementação dessa metodologia.

Para González (1992), as práticas laboratoriais podem servir como um instrumento que favoreça questões fundamentais para o entendimento e construção de conceitos. Segundo o autor, essas atividades serão consistentes quando houver objetivos bem definidos, oportunizando direção e sentido ao estudo que está sendo realizado, assim os estudantes

podem construir hipóteses, analisar dados, observar criticamente os problemas de interesse e implicações da própria ciência.

Insausti (1997) também acredita na importância das aulas experimentais, porém essas devem ser estruturadas de acordo com a necessidade do grupo, desde a escolha dos procedimentos, a seleção dos equipamentos, a preparação da montagem experimental, as observações, os registros, as interpretações dos resultados até as conclusões.

Há pesquisadores que defendem o uso da experimentação como uma prática investigativa (Zômpero & Laburu, 2011, Marcussi et al., 2011, Cardoso & Suart, 2011, Aragão et al., 2012, Bassoli, 2014, Calefi, Reis & Rezende, 2015, Gonçalves, 2019) que possibilita os estudantes responder um problema de pesquisa.

Apesar dos inúmeros aspectos significativos relacionados às atividades experimentais, ainda há um debate sobre essa metodologia nos vários níveis de ensino. Uma polêmica de natureza filosófica refere-se ao indutivismo extremo, inerente ao uso tradicional do laboratório que privilegia observações e experimentações “livres” e que, por isso, desconsidera o papel essencial da construção de hipóteses e de um corpo coerente de conhecimento - leis e teorias- (Gil-Pérez, 1996). Essa polêmica fomenta o debate referente às atividades que se propõe apenas a testar fenômenos, cujos resultados já são esperados e conhecidos. Isto ficou marcado no ensino tradicional e nas aulas por redescoberta, sendo comum apenas o uso do livro didático e a utilização de um roteiro fixo para o desenvolvimento de atividades laboratoriais.

Santos (1991) aponta algumas características comuns aos projetos curriculares vinculados à aprendizagem por redescoberta: a escola e a sala de aula eram entendidas como espaços onde se produz (faz) ciência; o aluno é entendido como um produtor da Ciência (o pequeno cientista); o professor é entendido mais como um mediador do processo do que do conhecimento que veicula nas aulas, devendo convencer o aluno da facilidade em reproduzir os percursos de cientistas. A metodologia das Ciências era entendida como isomorfa de um processo de produção do conhecimento científico (o método científico). Sendo assim, o aluno para aprender Ciências, deveria executar tarefas e adaptar estratégias idênticas às do método científico.

Outro elemento polêmico, este de natureza cognitiva, refere-se à adequação das atividades propostas às habilidades mínimas dos estudantes frente às atividades experimentais (Borges, 2002). Insausti (1997) revela que os estudantes não têm ideias claras sobre o que estão fazendo no laboratório, têm dificuldades de relacionar conceitos e fenômenos em um experimento. Também aponta que, na prática de laboratório, o professor enfatiza inúmeras

ideias ao mesmo tempo e acaba esquecendo-se que o aluno não assimila mais que três ou quatro ideias de cada vez. Com isso, há uma sobrecarga de conceitos que, por meio da linguagem “cientificista” do professor, dificulta a compreensão dos modelos teóricos. O autor também discute que é necessário repensar como trabalhar com os conceitos científicos no laboratório, pois o aluno está construindo e fazendo relações entre fatos experimentais e conhecimentos teóricos. Dessa forma, a atividade experimental, quando trabalhada de maneira adequada, pode contribuir para a formação dos modelos representacionais e abstratos (de átomos, genes, fótons, etc.) permitindo a estruturação de teorias científicas.

Insausti (1997) considera que para avaliar a utilidade da aula experimental é necessário ver as experiências através dos olhos dos alunos e constatar o que eles realmente estão construindo. Ao observar cada olhar, o educador terá a noção sobre a aprendizagem de seus alunos. Para isso, é necessário estar atento e agindo de forma crítica, a fim de identificar as falhas ou construções no decorrer de cada experimento e fazer uma avaliação contínua através da teorização e da ação.

Outra polêmica relativa às aulas experimentais vincula-se à prática pedagógica, ao espaço físico e condições materiais para a execução dessas atividades. Muitos professores quando questionados sobre a implementação das aulas experimentais argumentam que as escolas não têm um espaço apropriado e equipamentos para a realização dos experimentos. Entretanto, como alega Axt (2002), não é necessário um laboratório totalmente instalado para a realização das aulas experimentais, pode-se improvisar materiais, como também confeccionar laboratórios portáteis que atendam às necessidades do grupo. Outro argumento dos professores para a não utilização do laboratório está relacionado à exiguidade do tempo escolar e a necessidade do cumprimento do currículo mínimo (Campos & Silva, 1999). Eles alegam que não fazem a experimentação por não terem “tempo” e necessitam ocupá-lo com as aulas teóricas. Esses argumentos geralmente são empregados por professores que usam apenas o livro didático como apoio pedagógico de seu trabalho.

Relativo à essa polêmica pedagógica alguns trabalhos revelam que há uma falta de clareza no proceder e experimentar durante as aulas laboratoriais. Por exemplo, Borges (1997) constatou que até mesmo em escolas que têm uma tradição de ensino experimental, os objetivos são trabalhados de forma implícita, e o professor trata, quase sempre, com objetivos não muito claros confiando apenas em sua experiência anterior. Esta falta de clareza contribui para os alunos entrarem “cegos” no laboratório, sem saber realmente o que irão fazer e como proceder (Moreira, 1980)

A explicitação de objetivos torna-se, portanto, elemento fundamental para o bom

andamento das aulas experimentais. Segundo Lynch (1987), são objetivos do ensino experimental: motivar mediante a estimulação, o interesse e a diversão; ensinar as técnicas de laboratório; intensificar a aprendizagem de conhecimentos científicos; proporcionar a construção de uma concepção sobre o método científico e desenvolver habilidades e atitudes científicas. Outros elementos relacionados à explicitação de objetivos são apontados por Borges (2002) ao tratar dos objetivos que os professores e os estudantes tradicionalmente associam ao laboratório de Ciências.

Considerando os elementos apontados nas discussões anteriores, parece claro que a simples introdução de atividades práticas não resolve as dificuldades de aprendizagem em Ciências. Para que as atividades práticas permitam a construção do conhecimento, elas devem ser cuidadosamente planejadas, levando em conta os objetivos pretendidos, os recursos disponíveis e as questões de investigação, que podem ser resolvidas pelos alunos, assim a Resolução de Problemas pode ser articulada com as atividades experimentais, como já apontado por Goi (2004), Goi & Santos (2009), Goi (2014), Picoli et al. (2015), Fagundes (2018), Silva & Goi (2019), Goi & Menezes (2019), Gonçalves (2019), Medeiros (2019).

A Psicologia Cognitiva tem revelado grande interesse pelos processos envolvidos na Resolução de Problemas (Hampson & Morris, 1995; Vega, 1990, Goi & Santos, 2018) e esse interesse estendeu-se, nas últimas décadas, para outras áreas do conhecimento. No Ensino de Ciências e Matemática o interesse é atribuído ao fato de que a Resolução de Problemas envolve o raciocínio e o pensamento dedutivo, que fazem parte do “menu” destas disciplinas (Costa & Moreira, 1996).

A Resolução de Problemas pode ser uma estratégia eficaz para ser trabalhada no sistema educacional por isso, como apontam Echeverría & Pozo (1998), deveria constituir um conteúdo necessário às diversas áreas do conhecimento, estando esta relacionada à aquisição de procedimentos eficazes para a aprendizagem (Santos & Goi, 2012). Estruturar um ensino por Resolução de Problemas significa planejar situações abertas para que os alunos consigam buscar estratégias adequadas para resolver diferentes tipos de situações. Nesse sentido, a aprendizagem a partir de “problemas” pode ser um meio para desenvolver as potencialidades criativas dos estudantes (Silva & Nuñez, 2002).

A literatura apresenta diferentes conceituações para problemas. Esses conceitos variam conforme a área em que estão sendo analisados, bem como das interpretações de cada pesquisador. Lopes (1994), por exemplo, analisa os problemas em Ciências como algo para o qual não se conhece a resposta nem se sabe se ela existe; podem ter diferentes níveis de dificuldade e complexidade; podem ter formatos muito diversos do tradicional de lápis e

papel.

Para Echeverría & Pozo (1998) o ato de resolver problemas consiste em fazer com que os estudantes criem hábitos e atitudes para enfrentar a aprendizagem como um problema para o qual deve ser encontrada uma resposta. Trabalhar com Resolução de Problemas não é somente ensinar a resolver problemas, mas também ensinar a propor problemas para si mesmo, a transformar a realidade em um problema que mereça ser questionado e estudado. Já Lester (1983) define um problema como uma situação que um indivíduo ou um grupo quer ou precisa resolver e não dispõe de um caminho rápido e direto que o leve à solução. Isto significa que um problema somente será concebido como tal quando o resolvidor não dispõe de estratégias automáticas para solucionar tais situações.

Os problemas são para todos nós um desafio, dotados de características que instigam a nossa capacidade de raciocínio e também que põe à prova a nossa capacidade de criar, de decodificar informações, de relacionar e planejar procedimentos adequados para a resolução de tais situações. Como apontam Pozo e Postigo (1993), um problema é uma situação nova que requer o uso de estratégias e técnicas já conhecidas. Também afirmam que um trabalho baseado em Resolução de Problemas poderá ter sucesso se o professor utilizar essa metodologia rotineiramente em suas aulas pois, nada adianta propor um problema e esperar a sua resolução com sucesso se o estudante não desenvolveu esse hábito na rotina escolar. Para outros autores (Garret et al., Gil Pérez et al. apud, Lopes, 1994, p.30): “os problemas deviam surgir como surgem os problemas para os cientistas, isto é, sem se saber qual a resposta e sendo necessário, perante eles, fazer reformulações e estratégias de abordagem que conduzam a possíveis soluções”.

A aprendizagem através de problemas não é tarefa apenas do aluno, sendo assim, o professor deve ser o mediador desse processo, deve estimular situações que propiciem uma aprendizagem através do pensar, do refletir, objetivando novos conceitos. Como aponta Lopes (1994), o professor deve assumir, o papel de organizador, animador das atividades. Assim, pode escolher situações adequadas, para abordar conceitos e o maior número de capacidades; recolher ou sugerir aos alunos informações; selecionar e reformular tarefas de acordo com a realidade dos alunos; encorajar os alunos durante a Resolução do Problema; proporcionar contato com conceitos e promover a construção de novos conceitos; orientar pesquisas bibliográficas; adequar os problemas com uma linguagem clara; avaliar o processo de ensino-aprendizagem e organizar o trabalho em sala de aula de maneira adequada.

Lopes (1994) também enfatiza que antes da resolução do problema o professor deve assegurar-se que os alunos identificaram os obstáculos que devem ser ultrapassados, fazendo

com os estudantes uma leitura global do problema, estimulando-os e motivando-os para identificar o problema real. Também ressalta que é fundamental que o professor não resolva os problemas para os alunos, mas aceite as diferentes formas de resolução que foram formuladas. Após a resolução, é fundamental que haja uma discussão dos resultados obtidos, sendo, o professor o articulador deste debate, lembrando das hipóteses sugeridas ao longo da resolução.

O trabalho experimental tem sido encarado como uma atividade complementar e ilustrativa da aprendizagem conceitual e isto dificulta concebê-la como uma atividade de resolução de problemas (Lopes, 1994). Para que a experimentação seja trabalhada como Resolução de Problema, ela necessita ser articulada como atividade geradora de conhecimentos, constituindo por uma atividade investigativa.

Do ponto de vista processual, o trabalho experimental necessita como a Resolução de Problemas das seguintes tarefas: reformulação do problema, incluindo a formulação de hipóteses fundamentadas; planejamento da experiência para a verificação das hipóteses; execução da experiência, levantamento de dados e registros de forma adequada; interpretação dos dados, formulação de conclusões, tendo por referência o problema e as hipóteses formuladas; avaliação dos resultados e métodos usados tendo por referência as hipóteses e a própria formulação do problema.

No trabalho experimental, assim como em qualquer outra atividade de Resolução de Problemas, a linguagem utilizada é fundamental. Ela pode facilitar ou dificultar a compreensão do problema e sobretudo a sua resolução. A própria linguagem permite realizar o pensamento abstrato e elaborado (Lopes, 1994). Para o autor, os conceitos, a linguagem, o trabalho experimental e a resolução de problemas são talvez os aspectos mais importantes nas aulas de Ciências.

Lopes (1994, p.49) ainda afirma que uma atividade experimental proposta em um manual escolar pode ser transformada em um problema, desde que se façam algumas modificações como: retirar os procedimentos e substituí-los pela formulação do problema que se quer resolver, manter ou não a indicação do material a ser utilizado.

A atividade experimental tem como objetivo estudar a relação operacional entre grandezas, mas não pode ser apenas isso, ela pode ser uma parte da Resolução de Problemas em que se pretende verificar uma hipótese.

Pensando na melhoria da qualidade do Ensino de Química propõe-se neste trabalho a discussão da metodologia de Resolução de Problemas articuladas as atividades experimentais que parecem ser eficientes para o Ensino de Ciências. A seguir destaca-se o estudo realizado a

partir de Resolução de Problemas e do laboratório didático em turmas de 1^a Ano de Ensino Médio, procurando elaborar uma abordagem coerente e eficiente para o estudo do conteúdo de Ácido-Base.

3. DESCRIÇÃO DO CONTEXTO E METODOLOGIA IMPLEMENTADA

O trabalho foi realizado a partir de uma abordagem qualitativa que segundo Lüdke e André (1986) apresenta cinco características básicas: (i) a fonte de dados é coletada em ambiente natural; (ii) os dados obtidos são alicerçados na representação das pessoas envolvidas no processo, incluindo situações que são expostas por meio de transcrições, depoimentos, fotografias e fragmentos de diversos tipos de documentos; (iii) o processo pelo qual se desenvolvem as atividades e os procedimentos é tão importante quanto os resultados finais; (iv) a maneira pela qual os participantes encaram as questões são próprias das suas perspectivas e. (v) as evidências atribuídas inicialmente às questões elencadas pelo pesquisador não são mais relevantes que os fatos que se consolidam a partir da inspeção dos dados obtidos ao final do processo.

A presente pesquisa foi realizada em três escolas da região metropolitana de Porto Alegre, RS, uma da rede pública de ensino e duas da rede privada de ensino, estas estão denominadas por Escola A, B e C. O desenvolvimento das atividades organizou-se através de intervenções em cinco turmas, na disciplina de Química, de 1^oAno do Ensino Médio. Com intuito de preservar as identidades dos estudantes, estes estão denominados por Aluno 1 a.35 em cada uma das 5 turmas em que foi implementada a sequência de problemas. No decorrer de 12 horas aula em cada turma foi aplicado um bloco de problemas associado ao conteúdo de Funções inorgânicas. Os problemas estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1: Problemas implementados na Educação Básica

Pr. I- “Diariamente nos deparamos com diversas substâncias. Você é capaz de citar substâncias com as quais lida em seu dia-a-dia?”.

Há substâncias muito comuns usadas em laboratório e no mundo cotidiano. Precisamos saber como reconhecê-las, quais são suas características e por que elas são substâncias químicas tão importantes. A conservação das concentrações destas substâncias dentro de certos limites em células de plantas e de animais é necessária para a sobrevivência dos organismos vivos. Quase todos os produtos de consumo que nos rodeiam fizeram uso destas substâncias no decorrer de sua fabricação. Como exemplos podemos citar: a aspirina que contém o ácido acetilsalisílico ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)\text{COOH}$), o gel para barbear que contém ácido palmítico ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$), ácido acético (CH_3COOH), a máscara com argila para limpeza de pele oleosa, que contém hidróxido de cromo II ($\text{Cr}(\text{OH})_2$) e ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$), os condicionadores e shampoos, que contém além do ácido cítrico o hidróxido de sódio (NaOH), o complexo de limpeza de pele, que contém ácido fosfórico (H_3PO_4), etc.

Diante desse conjunto de substâncias, como você procederia para identificá-las dentro do quadro apresentado pelo professor de funções inorgânicas, experimentalmente?

- ◆ Pr. II - Aprofundando os conceitos de ácido e base, segundo algumas teorias científicas.
Algumas das experimentações realizadas no problema I geram novos problemas. Por exemplo, por que a amônia (NH_3), espécie que não possui hidroxila (OH^-), comporta-se como uma base? Por que quando sentimos dor de estômago ou azia tomamos bicarbonato de sódio, ou um outro antiácido qualquer? Você possivelmente terá dificuldade em responder a essa questão utilizando apenas os conhecimentos tratados até aqui, sugerimos que procure aprofundar seus conhecimentos teóricos antes de tentar resolver o problema.
- ◆ Pr. III - Trabalhando com reações de neutralização.
Muitas pessoas têm como problemas de saúde gastrite. Seus sintomas são diversos, o mais comum são as constantes azias. Sabe-se que algumas pessoas tomam certos medicamentos para amenizar tal sintoma. Quais são estes medicamentos? Qual a sua função Química? Como você explica o fato de ingerir o medicamento e amenizar a azia? Como você comprovaria experimentalmente?

Fonte: Própria

A análise do processo vivenciado durante a Resolução dos Problemas foi baseada nas transcrições das aulas gravadas em vídeo em que foram transcritos episódios de falas, análise dos relatórios descritivos referentes a cada problema e análise do diário de bordo. Foram realizadas filmagens, ao todo foram registradas 22 horas aula de filmagem. Na análise dos vídeos privilegia-se a seleção de episódios que marcaram mudanças significativas relacionadas à Resolução de Problemas.

Para a implementação do trabalho utilizou-se a sequência organizativa que foi implementada nas turmas, conforme descrito no Quadro 2.

Quadro 2: Sequência organizativa

- | | |
|------|---|
| i- | Organização conceitual e motivação para a atividade: o professor de Química da 1ª série do Ensino Médio faz um breve comentário a respeito do conteúdo (ácido-base); |
| ii- | Aplicação do pré-diagnóstico (Anexo A) |
| iii- | Organização do trabalho, proposição dos problemas e estruturação da atividade prática: organização da turma em grupos de trabalho e proposição de um problema a ser solucionado pelos grupos. Os estudantes têm um tempo para levantar hipóteses, planejar possíveis soluções e experimentos que comprovem as suas hipóteses; |
| iv- | Execução da atividade prática: realização da prática em laboratório para verificar se as atividades |

- | | |
|------|--|
| v- | propostas são suficientes para a resolução do problema em questão.
Socialização das estratégias elaboradas: ao final da atividade prática o grupo faz uma exposição relatando as estratégias adotadas para a resolução do problema, os erros ocorridos e os resultados obtidos. |
| vi- | Análise e comparação das diferentes soluções propostas: Após os relatos o professor promove um debate coletivo sobre as diferentes estratégias propostas e os resultados obtidos. |
| vii- | Aplicação do pós-diagnóstico (Anexo B). |

Fonte: Adaptada de Zuliani e Ângelo (2001).

Todos os problemas foram resolvidos nessa mesma sequência didática adaptada de Zuliani & Ângelo (2001), descrita como proposição do problema a ser investigado (tema); referencial teórico; proposta experimental; proposta de análise e interpretação de resultados.

4. RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS: APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DA EXPERIÊNCIA

A seguir apresenta-se o processo vivenciado nas turmas de Ensino Médio durante a implementação deste trabalho. A partir da leitura dos relatórios, diário de bordo e análise das aulas emergiram quatro categorias de análise: (i) *Etapa de organização conceitual e motivação para a atividade*; (ii) *Etapa de Resolução dos Problemas*; (iii) *Estratégias utilizadas na Resolução de Problemas*; (iv) *Resolução dos problemas no Laboratório de Química: estratégias utilizadas*.

(i) Etapa de organização conceitual e motivação para a atividade

As observações foram realizadas por 5 horas/aula em cada uma das três escolas. Após essas observações, que tinham por objetivo introduzir a pesquisadora nas salas de aulas, evitando uma ruptura da rotina de trabalho, foram realizadas intervenções da pesquisadora com os professores e os estudantes utilizando 12 horas aula em cada uma das turmas. Essas intervenções estavam vinculadas ao trabalho de Resolução de Problemas e inseridas no conteúdo de Funções Inorgânicas – Ácido-Base.

O primeiro passo para a realização desse trabalho foi a introdução do conteúdo de Funções Inorgânicas pelo professor de cada turma. Observou-se diferentes maneiras de expor o mesmo assunto. Na Escola A, o assunto foi introduzido utilizando a história da Química para diferenciar a Química Orgânica da Inorgânica. O professor, após um breve comentário sobre essas diferenças, introduziu as quatro funções inorgânicas. Para auxiliar à sua exposição oral, o educador utilizou um equipamento para introduzir a ideia de corrente elétrica e demonstrou a condução ou não de corrente, testando algumas substâncias. No decorrer da experiência, o professor fez alguns questionamentos do tipo: “Por que a lâmpada acende?” “E em água, a lâmpada acende?” “Por que ao colocarmos os eletrodos no ácido a lâmpada

acende?” Essas e outras questões não foram respondidas pelos alunos, eles apenas observaram o fenômeno ocorrido.

O professor, ao fazer os questionamentos e percebendo que os estudantes não forneceram respostas, respondeu suas próprias perguntas. Pode-se observar claramente esse evento no momento em que o professor fez uma questão do tipo: “por que o ácido clorídrico conduz corrente elétrica?” Como não obtém resposta, segue explicando o exemplo da ionização do ácido em água. Através desse exemplo, o professor questiona: “Quem é o íon positivo e quem é o negativo?” Os alunos respondem corretamente e o professor segue explicando a ionização em termos de perda ou ganho de elétrons. Após demonstrar alguns exemplos de ionização, o professor da Escola A solicita aos alunos que formulem uma definição para ácidos. Nesse momento, percebe-se a falta de clareza que os alunos têm em relação ao “que” e “como” fazer. Isso é perceptível porque os alunos parecem contemplativos e à espera de uma atitude por parte do professor. Essa atitude provavelmente acontece pelo motivo de estarem habituados a receberem respostas prontas do professor. Isso já foi apontado por outros pesquisadores (Echeverria & Pozo, 1998, Lopes, 1994, Goi, 2014; Silva & Goi, 2019, Medeiros, 2019) quando sinalizam que o professor não tem por hábito utilizar a postura de Resolução de Problemas na sala de aula, e, conseqüentemente, os alunos não têm por costume a pesquisa.

Como a estratégia inicialmente utilizada pelo professor não teve efeito, ou seja, a situação vivenciada no grupo não proporcionou o debate e a discussão, ele retoma a situação fazendo outro questionamento: “a partir dos exemplos de ionização, qual é o íon que sempre aparece?” Após essa intervenção o educador escreve no quadro a definição para ácidos e os alunos acabaram copiando o que o professor escreveu;

Na Escola B, a introdução ao conteúdo não foi realizada pela professora titular, mas pela pesquisadora. No decorrer de todo o processo da produção de dados, tanto em sala de aula como no laboratório didático, a educadora esteve praticamente ausente, argumentando que era melhor não interferir no trabalho. Entretanto, essa postura dificultou a produção de dados, principalmente devido ao fato de a pesquisadora não conhecer o suficiente a turma e pelo pouco conhecimento dos alunos ao conteúdo desenvolvido.

A introdução do conteúdo nessa escola foi realizada em sala de aula, quando foram discutidos diferentes tipos de substâncias ácidas e básicas, encontradas no cotidiano. Isso foi realizado através da utilização de imagens e foram comentadas a aplicação e a utilidade de cada substância. Na Escola C, o trabalho também foi realizado pela pesquisadora em turno inverso, isso pelo motivo da professora pesquisadora ser a professora titular desta escola. A

introdução ao conteúdo foi realizada de forma similar àquela da Escola B.

Se comparar as estratégias utilizadas na Escola A com aquelas das Escolas B e C, percebe-se que apesar do espaço em ilustrar a aula, o professor da Escola A não conseguiu inserir os estudantes na atividade. No entanto, a estratégia adotada nas Escolas B e C favoreceu a participação dos alunos e estes, em diversos momentos relataram as suas vivências cotidianas relacionadas com o que foi apresentado. Para Calefi, Reis & Rezende (2015) é preciso fazer uma relação entre o que se quer ensinar, com o cotidiano dos alunos e com as vivências de cada um, para que este seja um agente de seu próprio aprendizado.

Constata-se que essa breve introdução do conteúdo de Ácido-Base permitiu estabelecer os fundamentos conceituais mínimos para a implementação da metodologia de Resolução de Problemas, isso corrobora com Zuliani e Ângelo (2001) quando revelam a importância em ter uma sequência adaptadas às atividades de Resolução de Problemas.

A execução da atividade de Resolução de Problemas seguiu uma sequência relativamente uniforme nas diferentes turmas. Inicialmente procurou-se explicar detalhadamente a agenda de trabalho para os alunos (SANTOS, 2001). O objetivo era tornar os alunos conscientes dessas etapas e dos objetivos do trabalho.

No episódio discursivo destacado no Quadro 2 apresenta-se o discurso inicial da pesquisadora na Escola A, que teve como o objetivo estabelecer uma agenda mínima de trabalho.

Quadro 2: EPISÓDIO 1- Etapas do trabalho

1. Pesquisadora: Cada dupla vai ganhar essas observações gerais e dois problemas. Como vai ser o nosso trabalho? Vocês não vão ir lá sem saber o que vão fazer. Vocês é que vão fazer a resolução de problemas no laboratório. Nós trabalhamos com muita resolução de problemas em Matemática, né! Então, agora nós vamos fazer a resolução de problemas nas aulas de Química. Como nós vamos fazer isso? Eu vou lançar hoje dois problemas apenas, envolvendo ácidos e bases. Vamos trabalhar ao longo do tempo o que é uma base. Como é que vocês vão fazer isso?
2. Aluno1: Vai ter um tempo para isso?
3. Pesquisadora: Vai, durante a semana toda, até a próxima segunda-feira.
Hoje vocês vão levar o problema I e o problema II e ao longo da semana à tarde vocês vão se reunir e ver como vão fazer a resolução desses problemas no laboratório, só que para isso eu preciso saber o material que vocês vão utilizar, se não a gente vai chegar lá e vai dizer, bom eu preciso de béquer e todo mundo vai sair correndo atrás de béquer, não, tem que ser uma coisa organizada. Lá por quinta-feira pela manhã, eu vou dar uma passadinha aqui na sala de vocês, vou chamar um do grupo, tá, pra não atrapalhar a aula do professor que está aqui e vou perguntar o que precisa. Já tragam o papel escrito, por exemplo: nós precisamos de ácido sulfúrico, de ácido clorídrico, de sulfato de cobre, sei lá, o que vocês precisarem, já tragam por escrito para eu entregar ao professor para ele encaminhar lá no laboratório. Pra dar certo, gente, eu vou precisar muito da contribuição de vocês, tá! Então, a cada dupla (aluno interrompe).
4. Aluno2: Você vai dar o que é para fazer lá?
5. Pesquisadora: Única coisa que eu vou te entregar vai ser o problema. A partir do problema o teu grupo vai correr atrás para resolver esse problema. O teu grupo pode ter uma resolução, o dele pode ter outra. Por isso, precisamos do material com antecedência, se não vai dar aquela confusão. Cada dupla vai ganhar uma folha com as observações.
6. Alunos se organizam nos grupos.
7. Pesquisadora: Vamos dar uma lida nas observações gerais para vocês se situarem.

FONTE: Própria

Após a explicação da metodológica, os estudantes iniciaram as atividades de Resolução dos Problemas. Assim, observou-se as dificuldades que os alunos têm no trabalho em grupo, como também, a falta de hábito em trabalhar com a estruturação de diferentes estratégias para solucionar um problema. Segundo Echeverria e Pozo (1998) O trabalho em grupo deve ser trabalho de forma rotineira nos contextos escolares, pois os alunos têm dificuldades com este tipo de tarefa.

Na rotina escolar, revela-se certas dificuldades dos estudantes em relação à organização em grupos e à manutenção da atenção sobre as atividades realizadas. Várias foram as oportunidades que a pesquisadora questionou os tipos de estratégias que o grupo estava organizando, mas muitas vezes percebeu-se o quanto estava sendo difícil trabalhar com uma situação totalmente diferente da que estavam habituados. Nas escolas A e C, os alunos organizaram a maioria de suas estratégias de trabalho fora do horário escolar. Enquanto na escola B todas as estratégias foram organizadas em sala de aula, sendo que a pesquisadora estava sempre auxiliando com sugestões ou tirando eventuais dúvidas que surgiram durante a pesquisa bibliográfica.

(ii) *Etapas de Resolução dos Problemas*

Nas aulas destinadas à Resolução dos Problemas o material já estava previamente organizado. Alguns grupos optaram por não fornecer antecipadamente a lista dos materiais, em contrapartida, se responsabilizaram em prepará-los para o momento da resolução.

Nas Escolas A e C, os alunos pareciam estar acostumados com aquele ambiente, enquanto na escola B os alunos nunca ou quase nunca haviam trabalhado naquele local, por isso muitos pareciam dispersos e observavam os detalhes do ambiente. Isso corrobora com Insausti (1997) quando revela que os estudantes não têm ideias claras sobre o que estão fazendo no laboratório, e têm dificuldades de relacionar conceitos e fenômenos em um experimento (Borges, 2002).

Na resolução do Pr.N1, alguns grupos da Escola A não foram ao laboratório, ficando em sala de aula com o professor. Isso ocorreu porque não organizaram as estratégias para solucionar o problema e ficaram, portanto, em sala de aula realizando outra atividade.

Na Escola B, todos os grupos foram ao laboratório, mesmo aqueles que não organizaram as estratégias antecipadamente. Pode-se constatar que aqueles estudantes que não organizaram as estratégias ficavam apenas observando. Várias foram as vezes que a

pesquisadora os questionou a respeito da falta de organização das estratégias, a isto eles alegavam as mais diversas explicações, como: “não vim à aula, por isso não sabia”. “Não tive tempo de organizar as estratégias, pois trabalho o dia todo!”, etc. Isso revela que os alunos acabam sempre esperando a aula por parte do professor e não se sentem autônomos para desenvolver as suas estratégias de trabalho (Echeverria & Pozo, 1998, Medeiros, 2019, Gonçalves, 2019).

Na Escola C, todos os grupos foram ao laboratório juntamente com a pesquisadora, mesmo aqueles que não organizaram as estratégias com antecedência para resolver os problemas. Nessa escola, ficou evidente o engajamento daqueles alunos que se propuseram a fazer este trabalho, mesmo sendo no turno extracurricular.

Durante o trabalho os grupos sentiram dificuldades no trabalho colaborativo. Isso evidencia a pouca articulação de trabalhos em grupo no contexto escolar, como já revelado por Goi (2014), Silva (2017), Medeiros (2019) Gonçalves (2019).

Outro ponto revelado durante a pesquisa é de natureza pedagógica, este associado ao pouco uso do laboratório de Ciências (Axt, 2002). Ficou evidente na Escola B quando os estudantes, por várias vezes, misturavam substâncias com a intenção de obter uma explosão ou algo semelhante, desviaram a atenção durante a resolução do problema.

Desse modo, evidencia-se nas três realidades aspectos similares. Como exemplo, pode-se citar a falta de atenção por parte de alguns alunos, a falta de hábito dos professores em usar o laboratório de ciências, a desorganização de alguns grupos, a necessidade em fazer coisas não previstas ou recomendáveis, como misturar substâncias, mexer em vidrarias e equipamentos, a dificuldade em manusear equipamentos (pHmetro), vidrarias (pipeta, bureta) e a dificuldade em compreender a tabela de pH.

Também foi revelada a falta de hábito dos alunos em registrar os resultados durante a resolução dos problemas, por isso, em muitos momentos, a pesquisadora retomava a utilidade desse registro, como já destacado em outras experiências (Goi & Silva, 2019, Medeiros, 2019, Silva, 2017, Gonçalves, 2019).

(iii) Estratégias utilizadas na Resolução de Problemas

Após a realização das atividades práticas de Resolução de Problemas, os estudantes realizaram debates relacionados às estratégias utilizadas, resultados obtidos, erros ou imprevistos ocorridos, conceitos adquiridos, etc. Para isso, após cada resolução o professor e a pesquisadora retornavam à sala de aula, onde procuravam proporcionar um ambiente favorável ao debate, seguindo a sequência de Zuliani e Ângelo (2001).

Durante a exposição de cada grupo, evidenciou-se que a resolução dos Pr. NI e Pr. NII para todos os grupos foi fácil, enquanto a resolução do Pr. NIII foi difícil e, para muitos, praticamente impossível.

Na discussão do Pr.NI, alguns estudantes alegaram que parte das dificuldades encontradas estava relacionada à compreensão do problema, outros que a falta de comprometimento do grupo comprometeu a resolução.

Na Escola B, ficou evidente que aqueles alunos que participaram das resoluções práticas também se inseriram intensamente no debate e discussão, enquanto os demais apenas ouviam cada explicação sem dar opiniões.

Pode-se observar a participação dos estudantes da Escola B no Episódio 2, conforme apresentado no Quadro 3. Nesse debate os alunos, ao fazerem várias perguntas, enriqueceram consideravelmente a discussão.

Quadro 3: EPISÓDIO 2-Questionamentos

1. Pesquisadora: O que ficou desse experimento? O que vocês aprenderam?
2. Aluna1: o que é ácido e o que é base.
3. Aluno2: A base é incolor.
4. Pesquisadora: Como? Incolor o quê?
5. Aluno 3: Incolor com o indicador.
6. Pesquisadora: Que tipo de indicador que vocês usaram?
7. Alunos: Tornassol, fenolftaleína, repolho roxo, alaranjado de metila.
8. Pesquisadora: O que mais gente?
9. Alunos: Papel universal!
10. Pesquisadora: O tornassol é diferente do papel universal. O problema foi fácil ou difícil?
11. Aluna 1: Fácil!
12. Pesquisadora: Contem como é que foi[...] (Ouvem-se murmúrios) [...] Fácil para quem já sabia. Para ti foi um problema?
13. Aluna4: Não!
14. Pesquisadora: Para quem foi um problema? Para ti não foi um problema? [...] (Ouvem-se murmúrios)[...] Se eu propusesse essa mesma atividade para vocês, seria um problema?
15. Alunos: Não!
16. Pesquisadora: Não seria mais um problema. Tá, então, problema é tudo aquilo que a gente não sabe. O que vocês montaram ontem? Estratégias para resolver esse problema. E o que foi que vocês aprenderam? Quais os conceitos químicos apreendidos? Só misturar? Isso é óbvio!
17. Alunos: Diferenciar um ácido de uma base com um indicador.
18. Pesquisadora: o que mais? [...] (Ouvem-se murmúrios)[...]
19. Aluno5: Qual é a moral de tudo isso?
20. Pesquisadora: É, qual é a moral? [...] (Ouvem-se risos e murmúrios)[...]
21. Aluno: Eu falei o que achei, né!
22. Pesquisadora: Você perdeu a aula que falamos sobre azia, né. No momento que você tem azia , você sabe o que está acontecendo com o seu sistema digestório?
23. Aluno6: Agora fala meu! [...] (Ouvem-se murmúrios) [...].
24. Pesquisadora: Algum colega lembra o que é azia? Se vocês pensarem como o Je, não vai adiantar nada. Vai chegar um dia que você vai precisar tomar um medicamento e não sabe para que serve. Por exemplo, no momento que você tem azia deve tomar uma base para neutralizar, é claro que não vai tomar uma soda cáustica, né gente! Antes de chegar no sistema digestório[...] (alguns alunos interrompem falando alguns nomes de medicamentos, citam alguns antiácidos) [...] Que mais vocês aprenderam hoje? Sentiram alguma dificuldade? Cometeram algum erro? [...] (Ouvem-se várias falas ao mesmo tempo) [...] Um por vez!

25. Alunos: Contaminação!
26. Pesquisadora: O que mais? [...] (Várias vozes) [...] Colocaram demais indicador! Quanto a organização do grupo, como foi? Trouxeram material, se organizaram? Essas dificuldades são comuns. Alguns alunos levam a sério e outros não. Aqui a maioria levou a sério, estão de parabéns. Alguns, porém, ficaram meio de lado.
27. Aluno 6: Tipo o Luc!
28. Pesquisadora: O que aprendeu?
29. Aluno6: Nada.
30. Pesquisadora: Nem diferenciou um ácido de uma base?
31. Aluno6: Não!
32. Pesquisadora: Quem é que observou as fórmulas dos compostos? Vocês pegaram o sabão em pó e não observaram do que é composto?
33. Aluno5: Observamos que no final tínhamos mais base do que ácido [...].

Fonte: Própria

Após este episódio a pesquisadora seguiu explicando as características dos rótulos de cada substância, as características dos ácidos e das bases, o funcionamento de uma solução tampão no organismo humano, percebe-se que a maioria dos estudantes continuou a participar do debate.

Pode-se evidenciar neste episódio que os alunos atuaram de forma bastante efetiva. Como mostram os turnos de fala 19, 21 e 25 que os alunos foram bastante críticos. Fizeram colocações referentes à prática, tiraram eventuais dúvidas e foram críticos ao comentar ou indicar que o seu desempenho no decorrer do trabalho não foi satisfatório (turnos 29 e 31).

A discussão do Pr. NII, nas três escolas, foi o momento que os professores e a pesquisadora tiveram que atuar de forma mais efetiva, isso porque apenas um dos grupos conseguiu organizar uma situação experimental e poucos conseguiram solucionar o problema de forma teórica.

Sinaliza-se que os estudantes não têm por hábito resolver os problemas de forma autônoma, por isso muitos não conseguiram resolver a situação e muitos nem ao menos tentaram. Além disso, esta não é uma questão trivial. Pode-se verificar, no Quadro 4, no Episódio 3, como se deu a discussão da resolução do Pr. NII na Escola A.

Quadro 4: EPISÓDIO 3- Debate: problema II

1. Professor: Pessoal, ácido é toda a substância que colocada em água libera como único cátion o íon H^+ , nós também podemos dizer H_3O^+ , certo, mas vamos ficar com o H^+ . Certo pessoal! Bom, vocês fizeram a experiência lá no laboratório com a amônia.
2. Aluno1: Não!
3. Professor: Certo, quem fez o experimento com amônia? A que conclusão vocês chegaram, é uma base ou um ácido?
4. Aluno1: Base.
5. Professor: Base, a amônia é uma base pessoal, se é uma base, de acordo com a teoria de Arrhenius, onde está o OH^- aí? Não está né! Não está, certo? Então, para a amônia, certo. O Arrhenius não consegue explicar o caráter básico, certo. Para explicar, no caso base da amônia, nós temos a teoria formulada então por dois químicos, Brønsted e Lowry, em 1923, tá. Para esses dois químicos, o que é um ácido? É toda a substância que pode doar prótons. Que prótons é esse? Vamos tomar por exemplo o ácido clorídrico. O HCl é um composto covalente, porque apresenta uma ligação covalente entre o hidrogênio e o cloro, certo. Em uma solução aquosa o que acontece com esse H e Cl? Vai deixando esse elétron para o cloro, certo

peçoal. O hidrogênio em seu estado fundamental, quantos elétrons apresenta? No estado fundamental? (Durante a fala o professor escreve no quadro)

6. Aluno2: Um elétron.

7. Professor: Um elétron, certo quando o hidrogênio sai deixando esse elétron aqui ó, ele fica sem elétron, certo. Qual é a única partícula carregada que ele leva consigo? Qual é a única sub-partícula que o hidrogênio leva carregando consigo? É o próton, certo. Então, observe isso daqui tá, eu digo que o HCl está fornecendo um próton, certo. Então, ácidos são compostos doadores de (pausa) prótons, certo. E as bases? O que seriam as bases para Brønsted-Lowry? Todo aquele composto que é capaz de receber prótons.

Pessoal, essa é a fórmula estrutural da amônia certo, quem explica segundo a teoria de Brønsted-Lowry como ela funciona como base.

8. Pesquisadora: Na maioria dos livros, né professor, diz assim: ácidos é tudo aquilo que tem hidrogênio na fórmula, então se nós olharmos de cara, a gente vai dizer então, que a amônia é um ácido e nós vimos que ela é uma base e não um ácido. Olhando para aquela estrutura ali (estrutura que está no quadro), por que então ela se comporta como base e não como ácido?

9. Aluno3: Professor, responde! (Ouvem-se vários murmúrios)

10. Professor: Se ela é uma base, o que vai acontecer com ela? Vai receber prótons. Quem é esse próton que eu estou citando? Pessoal, quem é o próton que eu estou citando aqui (Ouvem-se vários sons inaudíveis)? Antes quando eu coloquei o exemplo do ácido clorídrico eu disse para vocês que o hidrogênio saía da molécula e deixava o elétron, saía levando sua única carga que era um único próton. Então, como nós falamos em Brønsted-Lowry, nós estamos falando do próton que é o hidrogênio sem o seu elétron. Observem aqui o que a amônia tem além de seus três hidrogênios. Tem um par de elétrons, certo, então o que pode acontecer com o hidrogênio aqui? E aí pessoal, o que pode acontecer?

11. Pesquisadora: Prestem atenção aí gente. O que acontece com a base na teoria de Brønsted?

12. Aluno1: Recebe prótons.

13- Professor: Quem é o próton? É o hidrogênio. Agora eu tenho isso daqui e esse par de elétrons agora é compartilhado com o hidrogênio, certo. (O professor aponta para o seu modelo no quadro) Por que esse sinal de positivo aqui? Porque antes o par de elétrons com cargas negativas eram só do nitrogênio, como agora o par de elétrons do nitrogênio não tem só pra si, mas passam a compartilhar com o hidrogênio as suas cargas negativas diminuíram um pouco, certo. Isso, então, dá ao nitrogênio uma certa carga positiva. Então, o que aconteceu? A amônia, NH_3 , recebeu um próton, então, nesta situação, segundo a teoria de Brønsted-Lowry, ela funcionou como uma base, certo.

14. Pesquisadora: Professor, um grupo fez a atividade do bicarbonato de sódio, só que não souberam explicar o porquê que ele é um antiácido.

15. Professor: Bicarbonato?

16. Pesquisadora: É!

17. Professor: Ácido?

18. Pesquisadora: Ácido clorídrico, meninos? Vocês colocaram?

19. Alunos: É!

20. Pesquisadora: Isso faz parte do problema II. Por que quando a gente tem azia, a gente toma um antiácido? O que acontece lá no estômago?

21. Aluno3: Quando a gente coloca um antiácido, a gente já tem um ácido lá no estômago e ele se transforma em um sal e água.

22. Professor: Quais são os medicamentos que normalmente vocês sugerem quando tem problema de azia?

23. Aluno3: Bicarbonato de sódio.

24. Professor: O que mais? Leite de magnésia, hidróxido de alumínio. Colocando esses dois compostos com o ácido clorídrico. Pessoal, o que é HCl? Estou falando em azia.

25. Aluno3: Ah, ah[...].

26. Professor: Por que estou falando em HCl? O que é azia, alguém sabe? É uma produção exagerada de HCl no estômago, certo. Seu excesso dá aquela sensação de queimação. Então, o que eu vou fazer para tratar esse excesso de ácido que está sendo produzido pelo estômago?

27. Aluno4: Tomar um antiácido.

28. Professor: Vou tomar um antiácido, ou seja, um medicamento que contenha uma substância que neutralize o ácido clorídrico, certo. Quem neutraliza um ácido?

29. Aluno4: Uma base.

30. Professor: Então vou utilizar uma base, certo. Como hidróxido de magnésio e hidróxido de alumínio, o produto da reação entre uma base e um ácido é água e[...] (professor dá uma pausa)

31. Pesquisadora: É, alguém falou aí! O que vocês falaram aí?

32. Professor: Água e o que mais?

33. Alunos: Sal.

34. Professor: Água e sal, certo. Dessa maneira então, a gente consegue neutralizar o excesso de ácido e com isso diminuir ou eliminar a acidez.
35. Aluno5: Professor, uma pergunta: Se eu botar depois essa mistura, ácido e base num copo assim, eu posso separar a água do sal ou não? Por exemplo, eu misturei um vinagre [...].
36. Professor: Com hidróxido de magnésio.
37. Aluno5: É. Com o hidróxido de magnésio eu boto num copo, misturo e coloco ferver até evaporar a água. Vai ficar sal no fundo?
38. Professor: Vai ficar sal no fundo, exatamente.
39. Pesquisadora: Professor, uma pergunta. O bicarbonato de sódio não é uma base. E segundo o que vocês estão dizendo um ácido mais uma base vai formar água e sal. Mas ali ele não é uma base.
40. Aluno5: Mas acho que tem sal e o sal é uma base.
41. Pesquisadora: Mas ali o bicarbonato de sódio[...].
42. Aluno6: Ele não é sal, tem mais outra substância que[...]
43. Pesquisadora: Você acha?
44. Aluno7: Tem mais outras substâncias que ajudam a transformar ele num antiácido.
Nesse momento dá o sinal e acaba o período.

Fonte: Própria

Observa-se no episódio discursivo que ao longo da discussão do Pr.NII, os alunos da Escola A não conseguiram concluir porque o bicarbonato de sódio se comporta como base na presença de um ácido. Várias discussões foram realizadas, mas devido ao término do tempo de aula os alunos e o professor não conseguiram chegar a uma conclusão adequada.

Nas demais turmas, os alunos, juntamente com a pesquisadora, realizaram um debate relativo às teorias pesquisadas e na Escola B um grupo fez uma pesquisa satisfatória e explicou de forma clara as conclusões às quais chegou, conforme descrito no Episódio 4 do Quadro 5.

Quadro 5: EPISÓDIO 4-Explicação das teorias

1. Pesquisadora: O que cada grupo conseguiu fazer?
2. Aluno1: Ácidos e bases. Existe uma base diferente, a amônia, NH_3 , também chamada de amoníaco. Trata-se de um composto molecular (ligação covalente), que ao ser dissolvido em água sofre ionização. Tá errado, né professora, sofre dissociação.
3. Pesquisadora: Isso.
4. Aluno1: Produzindo como íon negativo exclusivamente o OH^- , por isso é uma base. Então, como você vê acima, aqui professora (A pesquisadora escreve no quadro o que o aluno solicita).
5. Pesquisadora: Amônia mais água vai originar amônio mais hidroxila.
6. Aluno1: Então, como você pode ver no quadro, a amônia recebe um hidrogênio e libera hidroxila que é característica de todas as bases. E o estômago produz ácido quando não nos alimentamos em certas horas, ou seja, a produção de ácido aumenta e por esse motivo tomamos, por exemplo, um antiácido comum, como Eno, Sanrisal, que são bases e assim a base ameniza a produção de ácido no estômago, pois a base age sobre o ácido estabilizando-a.
7. Pesquisadora: Tá, falou bonito, agora explique.
8. Aluno1: É isso aí, professora.
9. Pesquisadora: Você falou tudo certinho, agora eu quero saber o que vocês entenderam do que ele falou. Nesse problema tem duas questões: por que a amônia tendo hidrogênio em sua fórmula é uma base, sendo que a maioria das bases tem hidroxila na fórmula (A pesquisadora mostra no quadro a fórmula da amônia)? Tudo isso é base.
10. Aluno1: Tem que explicar por essa fórmula ali.
11. Pesquisadora: Então, explica!
12. Aluno1: Tá, vou explicar por que é base. Aqui é amônia, a fórmula, então. O que acontece aqui, quando ela entra na água, quando ela sofre dissociação? Com esse hidrogênio, o que acontece?
13. Alunos: Ela ganha um hidrogênio.
14. Aluno1: Quando ela entra na água e ganha um hidrogênio ela fica com essa fórmula aqui, que é

- característica de todas as bases. Entenderam agora?
15. Todos: Falou bonito! [...](palmas)[...]
 16. Aluno1: Isso aqui é água, isso aqui é amônia. (Conversas e certa agitação)
 17. Pesquisadora: A pergunta da colega pode ser pertinente a vocês também.
 18. Aluna3: Se ela não se misturar com a água ela vai ser ácido ou base?
 19. Pesquisadora: Base.
 20. Aluna3: Continua sendo base, mesmo sem estar na água?
 21. Pesquisadora: Continua sendo base, qual é a pergunta: Por que a amônia que contém hidrogênio em sua fórmula é considerada base? Se vocês observarem as diferentes fórmulas dos ácidos, perceberão que todos têm hidrogênio e a amônia também. Ontem nós vimos que Arrhenius não consegue explicar tudo, por isso usamos outras teorias. Como eram os nomes das teorias?
 22. Alunos: Brønsted e Lowry.
 23. Pesquisadora: Isso. O que Arrhenius diz? Qual é a teoria dele? Que todos os ácidos colocados em água sofrem ionização, liberando como único íon cátion o hidrogênio e o íon ânion depende do ácido. O que Arrhenius diz das bases? Vamos pegar um exemplo: soda cáustica. Toda a base colocada em água libera como único íon ânion que é característico de todas as bases a hidroxila e o cátion vai depender do tipo de base. No exemplo aqui é o sódio [...]. Agora se eu pegar a amônia aqui e colocar em água, Arrhenius consegue explicar? Não consegue, então nós temos que usar duas teorias; a de Brønsted e Lowry. Elas comprovam que os compostos nitrogenados são bases porque podem captar próton. O que é próton? É a partícula positiva dessa molécula (mostra a molécula de água). A amônia tem capacidade de captar prótons de quem? Está no quadro!
 24. Alunos: Da água.
 25. Pesquisadora: Então, quando se coloca amônia na água ela vira amônio e libera hidroxila que é característica de todas as bases. Agora vem a segunda parte do problema. O que vocês aprenderam até aqui?
 26. Aluno5: Nada.
 27. Pesquisadora: Nada, impossível. O que são compostos inorgânicos?
 28. Alunos: Ácidos e bases. (A pesquisadora segue explicando os conceitos envolvidos nos problemas I e II.)

Fonte: Própria

No Episódio 4 pode-se constatar que os alunos participaram da discussão realizada por um de seus colegas. Uma maioria prestou atenção nas colocações do colega e da pesquisadora, dando à turma um aspecto de seriedade e comprometimento com o trabalho realizado. Além disso, a argumentação do aluno foi bastante consistente e coerente (turnos 2, 4, 6, 12 e 14).

Também foram realizadas uma série de discussões a respeito do Pr.NIII. Na Escola A, o professor retoma em aula uma série de questões que foram pertinentes durante a prática. Pode-se relatar alguns fatos, como a dificuldade dos alunos em compreender o porquê o bicarbonato de sódio ser um antiácido e quando adicionado fenoftaleína, não ficar rosa, o que indicaria tratar-se de uma base.

Outra questão que intrigou o grupo está relacionada à permanência da cor rosa (adição de fenolftaleína) do leite de magnésia após a titulação com ácido clorídrico. Essa permanência da cor levou os estudantes a considerarem um erro ou imprevisto ocorrido durante a prática quando, na verdade, tratava-se da baixa solubilidade do leite de magnésia.

Os grupos das Escolas A, B e C ao discutirem a resolução do PR.NIII, evidenciaram algumas dificuldades em comum, entre elas: dificuldade conceitual em compreender por que

o bicarbonato de sódio se comporta como uma base frente a um ácido forte e por que o leite de magnésia, após a titulação com ácido, retorna a cor rosa¹.

Outra polêmica levantada pelos grupos está relacionada às dificuldades em manusear os equipamentos e materiais de laboratório. Alguns estudantes alegam que nunca realizaram atividades práticas, outros dizem que poucas vezes seus professores utilizam esse recurso em suas aulas. Axt (2002) alega que os professores não utilizam o laboratório didático devido a poucos materiais, falta de espaço físico, etc., porém para a autora, não é necessário um laboratório para a realização das aulas experimentais pode-se improvisar materiais, como também confeccionar laboratórios portáteis que atendam às necessidades do grupo. Campos & Silva (1999) argumentam que os professores alegam não ter tempo e ter que cumprir o currículo mínimo, por isso acabam usando apenas o livro didático como apoio pedagógico em seu trabalho.

(iv) Resolução dos problemas no Laboratório de Química: estratégias utilizadas

As interações vivenciadas durante as observações das aulas e implementação dos problemas revelaram que os estudantes da Escola B não têm por hábito o uso do laboratório de Química. Os estudantes e professores da Escola A usam esporadicamente esse ambiente e na Escola C esse trabalho é mais rotineiro. A falta de hábito em trabalhar nesse local dificultou o uso de alguns equipamentos e a manipulação de reagentes e vidrarias, além de influenciar nas estratégias elaboradas (Goi, 2004).

As estratégias propostas para a resolução dos problemas nas três escolas foram muito semelhantes e para efetuar uma análise comparativa, essas estratégias foram organizadas nos Quadros 6, 7 e 8.

É importante esclarecer que as estratégias organizadas nesses quadros foram aquelas descritas nos relatórios elaborados pelos estudantes e coletados pelo professor e pesquisadora. Constata-se que muitos grupos não realizaram ou entregaram os relatórios e por isso o número de equipes e estudantes é bem inferior ao total que participa das atividades.

Percebe-se, por exemplo, que nas Escolas B e C houve dificuldade com o registro escrito. Na Escola C, dos 10 alunos envolvidos apenas 3, ou seja, um único grupo entregou o relatório. Na Escola B, 15 estudantes organizados em três grupos, entregaram o material e

¹ Aspecto que também denota as dificuldades dos estudantes com o conceito de Equilíbrio Químico.

esse número corresponde a 17,9% dos envolvidos nas atividades.

Essa dificuldade não comprometeu, entretanto, os dados a serem analisados, pois as filmagens forneceram material para a análise do processo vivenciado sobre a Resolução de Problemas. Apresenta-se no Quadro 6 os tipos de estratégias que os grupos utilizaram para resolver a situação I e descreve-se a natureza das interações realizadas por eles.

Quadro 6: Estratégias usadas pelos grupos para resolver o Pr.NI

Grupo	Escola	Natureza da estratégia elaborada para solucionar o problema I
1.	A	Caracterizou a função química da substância amônia, mas não revelou os passos para chegar a esse resultado.
2.	A	Usou os indicadores alaranjado de metila e fenolftaleína.
3.	A	Usou o indicador alaranjado de metila.
4.	A	Usou papel indicador universal.
5.	A	Utilizou o papel tornassol, indicador e fenolftaleína.
6.	A	Não descreveu a estratégia usada.
7.	A	Utilizou os indicadores fenolftaleína e alaranjado de metila.
8.	A	Utilizou indicadores fenolftaleína e alaranjado de metila.
9.	A	Realizou um experimento com Giz, ácido clorídrico e Vinagre. Mediram o pH da reação com papel universal.
10.	B	Usou os indicadores Fenolftaleína e tornassol
11.	B	Usou o indicador repolho roxo
12.	B	Utilizou os indicadores: Fenolftaleína, repolho roxo.
13.	C	Utilizou o indicador fenolftaleína.

Fonte: Própria

Conforme descrito no Quadro 6 os relatórios parecem indicar uma uniformidade nas estratégias adotadas pelos grupos. Elas se repetiram e, em algumas situações, observaram-se trocas entre os grupos, ou seja, quando um grupo testava alguma estratégia e vibrava com o resultado obtido, os demais grupos adotavam essa mesma estratégia, com a intenção de solucionar de forma correta o problema, isso já foi sinalizado por Goi (2004), Silva (2017), Gonçalves (2019) e Medeiros (2019).

Na análise do vídeo, pode-se destacar a insegurança de alguns grupos. Por exemplo, quando um grupo, apesar de ter organizado estratégias metodológicas apropriadas, não teve certeza do que estava realizando passava a ler várias vezes o mesmo problema ou as estratégias elaboradas. Um grupo da Escola A pareceu não estar seguro do que estava fazendo, aparentemente os alunos organizaram as estratégias com antecedência, porém nem todos os componentes desse grupo sabiam explicar o tipo de estratégia usada.

Também se presenciou situações de desorganização, ou seja, nem todos os grupos conseguiram trabalhar de forma adequada para resolver o Pr.NI. Percebe-se que em alguns casos, as estratégias não foram organizadas com antecedência, o que acarretou dificuldades

para solucionar a situação, como já evidenciado por Gonçalves (2019).

Em uma outra situação ficou evidente que um grupo fez um experimento em que os procedimentos foram retirados de um livro didático (reação de giz com vinagre) e quando questionados sentiram dificuldades em expressar sobre a escolha dessa estratégia e não conseguiram explicar adequadamente qual a relação da atividade com o Pr.NI. Isso parece indicar que simplesmente coletaram uma atividade sem se preocupar se a mesma era condizente com a resolução do Pr.NI, isso já foi apontado em outro trabalho de Goi e Santos (2009).

Na Escola B, alguns grupos demonstraram dificuldades de atenção, comprometimento, a falta de hábito por fazer discussões pertinentes ao trabalho, etc. Testavam as substâncias e observavam sem muitas expectativas os resultados obtidos. Percebendo a desorganização desse grupo, a pesquisadora fez uma demonstração usando o indicador fenolftaleína. Em seguida à demonstração, o grupo começou a articular melhor a situação e testou várias substâncias. Em alguns momentos, fizeram experimentações livres sem se preocuparem com a prática, parece que estavam curiosos na manipulação dos materiais; que como já se apontou, isso pode ser um reflexo do não uso do laboratório.

Na Escola C, um dos grupos pareceu bastante desorganizado, as evidências indicam a falta de pesquisa e organização prévia das estratégias para solucionar o problema. Várias vezes os estudantes desse grupo perguntaram sobre a atividade e observaram os demais grupos, com a intenção de se incluir no trabalho.

Por outro lado, outros grupos tiveram êxito em solucionar o Pr.NI. Alguns grupos conseguiram, de forma muito organizada, realizar o experimento, dialogar entre si e criar conclusões pertinentes à prática desenvolvida. Pode-se descrever alguns exemplos: na Escola A, onde vários grupos conseguiram engajar-se na atividade, manipularam os equipamentos e substâncias com bastante destreza; debateram questões referentes às práticas com colegas, professor e pesquisadora sem dificuldades, etc.

Também se observou, na Escola A, que um grupo utilizou mais de uma estratégia para solucionar o mesmo problema; uma delas foi testar as substâncias com o indicador fenolftaleína, a outra foi testar com papel indicador e a terceira estratégia adotada foi utilizar indicadores naturais como extrato de pétalas de rosa.

Na Escola B, vários grupos demonstraram-se empenhados e usaram estratégias parecidas para solucionar a mesma situação.

Na Escola C, os grupos conseguiram organizar-se de forma articulada com exceção de um grupo, como já foi comentado. Os demais trouxeram as estratégias elaboradas, por isso o

trabalho prático foi produtivo e os alunos conseguiram tirar eventuais dúvidas que apareceram durante o experimento. Essas dúvidas foram sanadas no próprio grupo, através de discussões ou com a ajuda da pesquisadora.

Outro elemento importante apontado na pesquisa está relacionado aos nomes de materiais, vidrarias e equipamentos. Na Escola B essa dificuldade ficou evidente quando uma aluna pediu informalmente a um colega que alcançasse a pipeta. Esta aluna fez o pedido de forma informal, não prestando atenção no real nome da vidraria.

Além da nomenclatura observa-se falta de clareza conceitual. Pode-se evidenciar isso quando a mesma aluna citada anteriormente comentou sobre a produção da substância fenolftaleína. Pareceu estar confusa, pois em seguida perguntou à pesquisadora como se fazia um ácido. Através de sua fala parece que os indicadores foram adicionados às substâncias e essas se transformam em ácidos. Percebe-se, nesse exemplo, dificuldades conceituais sobre o que é um ácido e o que são indicadores.

Quanto à resolução do Pr.NII, apenas um dos grupos das três escolas conseguiu organizar uma estratégia experimental adequada, sendo que os outros realizaram pesquisas teóricas ou não encontraram uma solução prática para a situação.

Os tipos de estratégias adotadas pelo grupo para solucionar o Pr.NII estão descritos no Quadro 7 a seguir:

Quadro 7: Natureza das estratégias-Pr.NII

Grupo	Escola	Natureza da estratégia elaborada para solucionar o problema II
1	A	Explicou a prática através da condução de eletricidade dos ácidos.
2	A	Explicou teoricamente a reação de neutralização do ácido clorídrico com um antiácido.
3	A	Explicou a reação do mármore com algumas substâncias como: ácido clorídrico, ácido sulfúrico e leite de magnésia.
4	A	Não relatou as estratégias
5	A	Explicou as teorias de Arrhenius e Bronsted-Lowry.
6	A	Não explicou.
7	A	Não explicou.
8	A	Explicou teoricamente a reação de neutralização
9	A	Explicou a basicidade da amônia pela teoria de Bronsted-Lowry.
10	B	Explicou as teorias de Arrhenius e Bronsted-Lowry.
11	B	Não explicou.
12	B	Breve explicação da amônia receber prótons da água, sem

		aprofundamento teórico.
13	C	Explicou as teorias de Arrhenius e Brönsted-Lowry.

Fonte: Própria

Aponta-se no Quadro 7 que um único grupo das três escolas conseguiu solucionar o problema de forma parcial. Este desenvolveu uma estratégia para amenizar a azia estomacal que consiste em dissolver o medicamento Eno em água e gotejar sobre este, ácido clorídrico (reação de neutralização). O grupo não mediu o pH do sistema e não comentou sobre as teorias científicas, além disso, a estratégia não foi registrada em relatório.

Na Escola A, os grupos não se preocuparam em pesquisar o porquê da amônia ter características básicas e não ácidas, conforme descrito no Quadro 7.

Na Escola B, para a resolução do Pr.NII, a maioria dos grupos pareceu não ter pesquisado e não chegaram, por isso, à resolução prática da situação. Apenas um dos grupos fez uma pesquisa teórica aprofundada e comentou sobre as teorias de Brönsted-Lowry. Este grupo se prontificou a explicar para os colegas as informações obtidas (Grupo 10 Escola B, conforme o Quadro 7).

Na Escola C, a resolução do Pr.NII foi muito semelhante à Escola B, apenas um aluno conseguiu explicar de forma clara sua pesquisa bibliográfica, sendo que os demais apenas ouviam a exposição dos colegas e da pesquisadora.

Parece evidente que, nas três realidades, os estudantes não têm o de hábito fazer pesquisa bibliográfica, isso já foi constatado em Goi (2004), Silva (2017), Medeiros (2019) Gonçalves (2019). Em muitos momentos, os estudantes demonstraram resistência em procurar materiais que auxiliassem o seu trabalho, preferindo perguntar ao professor e à pesquisadora ou ficar conversando sobre outros assuntos no próprio grupo. Os estudantes demonstraram resistência na busca de materiais para solucionar o Pr.NII.

Na resolução do Pr.NIII os estudantes também usaram estratégias parecidas e as interações realizadas entre os membros do grupo foram bastante positivas. No Quadro 8 descreve-se os tipos de estratégias adotadas e as interações de cada grupo.

Quadro 8: Estratégias usadas pelos grupos para resolver o problema III

Grupo	Escola	Natureza da estratégia elaborada para solucionar o problema III
1.	A	Utilizou a reação de neutralização do hidróxido de amônio com ácido clorídrico.
2.	A	Utilizou a reação de neutralização do leite de magnésia com ácido clorídrico.

3.	A	Usou a estratégia de neutralização de ácido com base.
4.	A	Não explicou a estratégia adotada.
5.	A	Utilizou a reação de neutralização do leite de magnésio com ácido clorídrico (medição do pH com papel indicador universal).
6.	A	Usou a reação de neutralização do hidróxido de magnésio com ácido clorídrico.
7.	A	Utilizou a neutralização, usando como bases: leite de magnésia e bicarbonato de sódio e, como ácido o vinagre.
8.	A	Usou a reação de neutralização do leite de magnésia com ácido clorídrico
9.	A	Utilizou a reação de neutralização do bicarbonato de sódio com HCl.
10.	B	Usou a reação de neutralização de uma base (sanrisal) com o ácido clorídrico.
11.	B	Utilizou a reação de neutralização de leite de magnésia com ácido sulfúrico
12.	B	Usou a reação de neutralização do medicamento ENO com ácido clorídrico e a neutralização do leite de magnésia com ácido clorídrico. Usou como estratégia a medição do pH através do papel universal.
13.	C	Utilizou a reação de neutralização do ácido clorídrico com leite de magnésia.

Fonte: Própria

Constata-se no Quadro 8 que as estratégias utilizadas pelos grupos nas 3 escolas foram bastante parecidas. Alguns grupos demonstraram dificuldades em manusear os equipamentos e vidrarias, como pipeta, bureta e suporte.

Na Escola A, um dos grupos manipulou as substâncias e fez a reação de neutralização, porém não se deu conta em medir o pH da solução e acabou colocando aleatoriamente qualquer quantidade de ácido e base. Nesse momento, a pesquisadora questionou o grupo sobre a medição do pH e explicou a escala, o que garantiu um melhor entendimento do que estavam realizando.

Na Escola A percebe-se dificuldades de planejamento e entendimento. Isto foi evidenciado quando os grupos eram questionados e não sabiam explicar, conforme descrito no Quadro 9.

Quadro 9: EPISÓDIO 5- A não compreensão da prática

1. Pesquisadora: O que vocês fizeram?
2. Aluna1: Eu não sei o que a colega misturou aqui!
3. Pesquisadora: Vocês misturaram o que, aí nos béqueres?
4. Aluna2: Água destilada com fenolftaleína, e aqui[...] (inaudível).
5. Pesquisadora: Tá, vocês estão observando o quê?
6. Aluna3: Água ficou rosa e água ficou branca (aluna aponta para os béqueres).
7. Pesquisadora: Qual é o problema III, gurias?
8. Aluna1 : É do, como é ainda, da gastrite!
9. Pesquisadora: Tá, por que nós sentimos azia de vez em quando?

10. Aluna2: Porque mistura o suco gástrico!
11. Pesquisadora: O que é suco gástrico?
12. Aluna2: É um ácido.
13. Pesquisadora: É um ácido, então, quer dizer que o pH do estômago está muito ácido. O que temos que tomar para amenizar essa acidez?
14. Aluna3: Eno! [...] (ouvem vários risos) [...]
15. Pesquisadora: Eno, e o Eno é composto basicamente de bicarbonato de sódio. E o bicarbonato de sódio funciona como uma base. Então, quando a gente tem azia temos que ingerir uma base, por exemplo, a banana é uma base. O que eu pedi para vocês fazer aí? Comprovar como vocês fariam a simulação de uma azia no estômago através desses materiais. Misturando o quê? Com o quê?
Alunas: Ah, ah[...]

Fonte: Própria

Nesse episódio as alunas, nos turnos em que se expressam, indicam uma certa confusão relacionada ao problema em questão e às estratégias para solucioná-lo; evidenciando a não preparação antecipada do problema, como também a falta de compreensão do problema.

Em contrapartida, nessa mesma escola, alguns grupos conseguiram explicar e fazer uma série de comparações entre o mecanismo de neutralização ocorrido no estômago das pessoas e aquele que estavam realizando na atividade. Talvez essas diferenças se devam a falta de aprofundamento teórico e pesquisas bibliográficas por parte de alguns alunos. No Episódio 6 do Quadro 10, a elaboração prática e conceitual de um grupo ficou evidente.

Quadro 10: EPISÓDIO 6- As relações

1. Pesquisadora: Quais os passos que vocês usaram para essa resolução de problema
2. Aluna1: A gente colocou nesse aqui [...] (aponta para o béquer) [...] ácido clorídrico que é que nós temos no estômago, né. Daí o excesso de ácido dá gastrite. Daí o bicarbonato de sódio é o remédio mais usado. Pega lá de novo[...] (aluna solicita à colega que pegue o material para demonstrar o experimento)[...](ouvem murmúrios). Aí depois a gente mediu o pH, que é a medida da acidez
3. Pesquisadora: O que tem aqui dentro?
4. Aluna1: Tem ácido clorídrico e bicarbonato de sódio.
5. Pesquisadora: Tá! [..](o grupo faz a reação)[...]
6. Aluna1: Aí ele neutraliza o ácido, ele é um antiácido.
7. Pesquisadora: Se ele neutraliza, qual é o pH dele aqui?
8. Aluna2: Tá zero!
9. Pesquisadora: Ele ainda tá zero? Então, quer dizer que ele não foi[...]
10. Aluna2: Neutralizado!
11. Pesquisadora: Não foi neutralizado. Então, o que deve ser colocado mais?
12. Aluna3: Bicarbonato de sódio!
13. Pesquisadora: Quer dizer que ainda a pessoa vai ter azia se tomar essa quantidade de bicarbonato de sódio?
14. Aluna3: Aquele sal Eno é [...]
15. Pesquisadora: Tem bicarbonato de sódio!
16. Aluna3: Deu dez!
17. Pesquisadora: Então, quer dizer que tem base demais!
18. Aluno 1 de outro grupo: O nosso também deu 10!
19. Pesquisadora: Isso, dá uma boa mexida! Vocês terão que adicionar o quê?
20. Aluna1: Mais ácido!
21. Aluno1 de outro grupo: Tem que dar zero?
22. Todo o grupo: Não, tem que dar sete!
23. Aluno1 de outro grupo: Sete?

24. Aluna1: Sete, pH neutro [...]

Fonte: Própria

Neste episódio, conforme descrito no Quadro 10, os turnos 2, 4, 6, 20, 22 e 24 permitem evidenciar a elaboração conceitual dos estudantes a partir de um fluxo de ações práticas e da argumentação coletiva.

Foi possível perceber em uma das turmas da escola B uma certa dificuldade na resolução do PRIII, ou seja, não estruturação das estratégias para solucionar a situação, por isso a pesquisadora deixou um tempo para observar o que os grupos iriam fazer. Após um determinado tempo, a pesquisadora comentou sobre a importância em realizar antecipadamente a organização de cada estratégia. A seguir explicou de forma detalhada o problema e sua possível solução, conforme descrito no Quadro 11.

Quadro 11: Episódio 7- Pesquisadora explicando a solução do Pr. NIII

1. Pesquisadora: Vocês têm antiácido e ácido... (aponta para a bancada) [...]e vão colocar na água. Psiu!!! Depois, vão pegar o indicador e colocar umas três gotas no ácido e depois no antiácido. Se for uma base vai ficar que cor?
2. Aluno1: Branco!
3. Pesquisadora: Rosa, né! E se é um ácido, vai ficar incolor. Depois disso, o que vocês vão fazer?
4. Alunos: Misturar!
5. Pesquisadora: Misturar, quanto? Pode colocar uma tonelada em cinquenta gramas de ácido?
6. Aluna2: Tem que ser proporcional!
7. Pesquisadora: Por isso eu coloquei o conta-gotas aí para vocês!
8. Aluno1: Ah, Ah[...]
9. Pesquisadora: Tem que ser gota por gota. O quê? O ácido sobre a base até mudar de cor. Quando ele mudar de cor é sinal que ele ficou?
10. Aluno1: Ácido, base.
11. Pesquisadora: Psiu!!! Tem muita conversa! Quando eu tenho um ácido e uma base e misturo os dois, o que forma?
12. Aluno3: Água!
13. Pesquisadora: Água e o que mais?
14. Aluno3: E sal!
15. Pesquisadora: E sal, então, se eu tiver a base que é rosa e o ácido que é incolor e vou misturando, dali um pouquinho vai ficar de uma determinada cor. Vai ficar incolor. É sinal que formou o quê?
16. Aluno3: Água e sal!
17. Pesquisadora: Água e sal. Então, naquele momento, que mudar de cor, vocês têm que parar de colocar o ácido na base. Se não vai estragar toda a reação de vocês.
18. Aluno3: Morou!!!
19. Pesquisadora: Eu vou dar papel indicador para vocês medirem o pH [...]. Tá, entendido!!!

Fonte: Própria

Aponta-se no Quadro 11 que devido à precária situação de material no laboratório dessa escola, apenas um dos grupos utilizou a bureta para fazer a reação de neutralização, sendo que os demais realizaram a atividade com conta-gotas. Para solucionar esse problema, os estudantes usaram alguns medicamentos, como o bicarbonato de sódio e Sanrisal. Devido a esses medicamentos serem ácidos fracos e funcionarem como antiácidos, os alunos entraram em conflito quando ao adicionar o indicador fenoftaleína não ficaram rosa, o que indicaria

serem básicos. Então, discutiu-se sobre essa questão e resolveram usar a seguinte estratégia para resolver esse problema: medir o pH com o papel universal, onde ao adicionar cada gota de ácido sobre a base poderíamos visualizar o valor do pH.

Alguns grupos da Escola B conseguiram fazer a reação de neutralização sem maiores dificuldades. Usaram como medicamento o leite de magnésia e ao adicionar a fenolftaleína comprovaram que era uma base devido à cor. A reação de neutralização foi feita em cada grupo usando conta-gotas e apenas um dos grupos utilizou a bureta.

Na Escola C, os grupos usaram praticamente as mesmas estratégias para solucionar o PR.III. Apenas um dos quatro grupos utilizou duas estratégias, uma delas foi neutralizar o ácido com o leite de magnésia (como os demais grupos) e na outra estratégia usaram alimentos básicos (suco de cenoura) para tentar amenizar a acidez. Essa tentativa foi apresentada pelos alunos e está transcrita no Episódio 8 no Quadro 12.

Quadro 12: EPISÓDIO 8- Grupo explicando as estratégias.

1. Pesquisadora: O que vocês estão fazendo?
2. Aluno 1: Esse é o nosso estômago [...] (aponta para a bureta) [...]
3. Pesquisadora: E aí?
4. Aluna 2: É uma reação química que o remédio está fazendo.
5. Aluno 1: Colocamos fenolftaleína aqui dentro.
6. Pesquisadora: Fenolftaleína?
7. Aluno 1: É!
8. Pesquisadora: Tá, por que um colega está picando a cenoura? Qual é o objetivo dessa cenoura?
9. Aluno 4: É ver se ela ajuda no estômago.
10. Aluno 1: Ajuda a neutralizar o pH. Como é que é?
11. Pesquisadora: O ácido do estômago! Quantos ml de ácido está indo aí? Eu acho demais[...] (ouvem murmúrios)[...]

Fonte: Própria

Conforme destacado no Quadro 12 a segunda estratégia não foi apropriada para a solução do problema devido à concentração das substâncias contidas no alimento; da superfície de contato obtida (os alunos picaram o alimento ao invés de triturá-lo) e da natureza do sistema que não reproduz eficazmente o meio estomacal. Entretanto, a elaboração serviu para os alunos colocar os seus conhecimentos cotidianos à prova.

Nessa escola, todos os grupos usaram o pHmetro, o papel indicador e a visualização da cor para comprovar a reação de neutralização. Durante a prática, os estudantes ficaram curiosos e incomodados com o fato do leite de magnésia retornar a cor rosa após a viragem (rosa para incolor). Esse fato possibilitou um debate sobre a solubilidade do leite de magnésia em água e o deslocamento do equilíbrio da reação causado pelo aumento da concentração do reagente.

A Resolução de Problemas foi uma atividade que revelou potencial para os alunos.

Durante a solução de cada problema os estudantes realizaram debates e discussões sobre os resultados obtidos, como também conversaram sobre a eficácia ou não da estratégia elaborada e testada. Parece-nos que esse tipo de metodologia auxilia o aluno a ser mais autônomo em sua caminhada escolar, escolhendo diferentes maneiras de resolver a mesma situação.

5. Considerações Finais

Aprender ciência é reconstruir o conhecimento partindo das decisões dos indivíduos. Por isso, o trabalho de Resolução de Problemas pode ressignificar o trabalho experimental. Essa ressignificação permite a elaboração de estratégias didáticas para melhorar a compreensão dos conteúdos curriculares propostos.

Nesse sentido, a aprendizagem a partir de “problemas” pode ser um meio para desenvolver as potencialidades criativas dos estudantes (Silva & Nuñez, 2002). A mobilização de conhecimentos e habilidades dos alunos pode ser gerenciada através do trabalho teórico e prático e a Resolução de Problemas pode interferir diretamente nessa proposta de trabalho.

A relação teoria e prática pode ser articulada através da Resolução de Problemas, visando uma melhor compreensão dos conhecimentos da própria ciência. Nesse sentido, trabalhou-se com o conteúdo Ácido-Base no Ensino Médio, objetivando um vínculo entre o laboratório de Química e a Resolução de Problemas. Esta proposta se revelou bastante significativa na melhoria do uso do laboratório didático, auxiliou na compreensão e estruturação do trabalho experimental, contribuiu para o desenvolvimento de habilidades dos alunos frente a determinadas situações.

No decorrer do processo, os estudantes demonstraram maior engajamento nas atividades de Resolução de Problemas do que aquela habitualmente desenvolvida no laboratório tradicional (esse marcado por um roteiro rígido). Esse engajamento mostrou que os estudantes tinham objetivos mais definidos, portanto estavam mais inseridos nas atividades. A Resolução de Problemas tornou-se uma atividade motivadora e permitiu aos alunos desenvolver atitudes, construir a sua própria metodologia na organização de estratégias para resolver os problemas. Assim, a elaboração de estratégias foi parte fundamental do processo. Percebeu-se que aqueles grupos que não conseguiram se organizar, não criaram ou pesquisaram estratégias, ficaram desorientados e não se inseriram no processo.

Quanto às estratégias adotadas pelos grupos, salienta-se que elas não foram inovadoras. Os grupos não criaram estratégias “inéditas” para solucionar experimentalmente

cada situação, mas coletaram, via pesquisa bibliográfica, estratégias já relatadas no material didático disponível e que, portanto, reproduzem experimentos cientificamente aceitos.

Entretanto, pode-se argumentar que houve um crescimento significativo na busca de dados bibliográficos para resolver cada situação, o que não se observa em uma aula tradicional. Parece que o trabalho de Resolução de Problemas instigou o aluno e motivou-o na investigação de experimentos aceitos pela comunidade científica, mas não foi suficiente para a criação e comprovação das suas próprias hipóteses.

Como afirmam Echeverria & Pozo (1998) um trabalho baseado em Resolução de Problemas só terá sucesso se o professor utilizar essa metodologia rotineiramente em suas aulas, pois nada adianta propor um problema e esperar a sua resolução com sucesso se o estudante não desenvolveu esse hábito na rotina escolar. Então, podemos dizer que essa falta de hábito em usar a Resolução de Problemas como metodologia de trabalho interferiu diretamente em nossa pesquisa, pois as escolas não têm por hábito o uso dessa metodologia.

Outro elemento que apareceu durante a resolução dos problemas relaciona-se à inserção dos estudantes no grupo. Como apresentado neste trabalho, os estudantes parecem mais atentos às atividades experimentais, como na organização em aula das estratégias para solucionar cada situação (Escola B), isso evidenciou o quanto o grupo estava comprometido e motivado durante a etapa de resolução dos problemas.

Na orientação teórica deste artigo, discute-se aspectos referentes ao laboratório de Ciências, destacando aspectos teóricos e práticos. Assim, salienta-se que o processo de aprendizagem está relacionado diretamente à teoria e ao trabalho prático, eles se constituem como uma categoria dialética (Silva & Nuñez, 2002), por isso procurou-se discutir nas escolas as questões teóricas relacionadas ao conteúdo de Ácido-Base numa perspectiva experimental.

Deste modo, trabalhar com diferentes estratégias de ensino, sejam elas, experimentação e Resolução de Problemas, pode contribuir significativamente para desenvolver a capacidade intelectual de cada indivíduo.

Assim, a articulação entre a Resolução de Problemas e experimentação ressignificou a utilização de estratégias de investigação dirigida, o que permitiu a elaboração de estratégia didática para melhorar a compreensão dos conteúdos de ácido base. A aprendizagem a partir de problemas revelou-se uma estratégia para desenvolver as potencialidades criativas dos estudantes, mobilizando conhecimentos e habilidades destes por meio de um trabalho teórico e prático. A articulação entre a teoria e a prática foi favorecida pela Resolução de Problemas, visando a uma melhor compreensão dos conceitos e dos processos da Ciência. Essa proposta se revelou eficaz na melhoria do uso do laboratório didático, auxiliou na compreensão e

estruturação do trabalho experimental e contribuiu para o desenvolvimento de habilidades dos alunos.

Referências

Almeida, A. C. F. D. (2004). *Cognição como resolução de problemas: Novos horizontes para a investigação e intervenção em Psicologia e Educação* (Doctoral dissertation).

Aragão, S. B. C., Marcondes, M. E. R., Carmo, M. P. & Suart, R. C. (2012) Study of the Relationship of Student-Teacher Dialogical Interactions in a Brazilian School from the Perspective of Toulmin's Argumentation Framework, Cyclic Argumentation, and Indicators of Scientific Literacy. *La Chimica nella Scuola*, XXXIV, v. 3, p. 29-32.

AXT, Roland (2002). *O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências*. Disponível em <<http://www.quimemcasa.hpg.ig.br>> Acesso em: 18 set.2019.

Barberá, O. & Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de Las Ciencias*. v.14, n.3, p.365-379.

Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Tradução de Luís Antero Retos, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições, 70.

Bassoli, F. (2014). Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência (s): mitos, tendências e distorções. *Ciência & Educação* (Bauru), 20 (3), 579-593.

BORGES, A. Tarciso. (1997) O Papel do Laboratório no Ensino de Ciências. *In Ata do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (p.2-11)*. Águas de Lindóia, SP, Brasil. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/dados/ard/_novosrumosparalaboratorioescoladecienciasatarci soborgespp-arquivo.pdf. Acesso em 08 nov. 2019.

Borges, A.T. (2002). Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.19, n.3, p.291-313.

Campos, R. C. de e & Silva, R. C. (1999) Funções da Química Inorgânica. *Química Nova na Escola*, n.9, p.18-24.

Cardoso, A., & Suart, R. (2011). Análise da prática pedagógica de professoras de química em atividades experimentais no ensino médio. In *Anais VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Em Ciências – VIII ENPEC – Campinas, São Paulo – 5 a 9 de dezembro de 2011*. Anais [...]. Campinas, SP, Brasil: Universidade Estadual de Campinas, 2011. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiiienpec/resumos/R0487-1.pdf. Acesso em: 27 maio 2017.

Calefi, P. S., Reis, M. J. F., & Rezende, F. C. (2015) Atividade Experimental Investigativa na Formação Inicial de Professores de Química: ferramenta para o desenvolvimento de aprendizagem significativa. In *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC - Águas de Lindóia, São Paulo – 24 a 27 de nov. Anais [...]. Águas de Lindóia, SP, Brasil: [S.I.]*. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xenpec/anais2015/busca.htm?query=Atividade+Experimental+Investigativa+na+Forma%E7%E3o+Inicial+de+Professores+de+Qu%EAmica%3A+ferramenta+para+o+desenvolvimento+de+aprendizagem+significativa>. Acesso em: 01 jun. 2017.

Costa, S.S.C. & Moreira, M.A. (1996) Resolução de problemas I: diferenças entre novatos e especialistas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(2).

Driscoll, M. (1995). *Psychology of learning and instruction*. Boston: Allyn & Bacon.

Echeverría, M P. P., & Pozo J. I.(1998). *Aprender a Resolver Problemas e Resolver Problemas para aprender*. In: POZO, J. I.(org). In *A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artemed.

Fagundes, V. T. *Resolução de Problemas na formação de professores de ciências da natureza aspectos: pedagógicos e metodológicos*. (2018). Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul/RS.

- Garcia B. S., Martínez L. C. & Mondelo Alonso, M. (1995) El trabajo práctico: una intervención para la formación de profesores. *Enseñanza de Las Ciencias*, 13(2): 203-9.
- Gil Perez, D. (1996). New trends in science education. *Int. J. SCI. EDUC*, 18(8): 889-901.
- Gil Perez, D.(1999). Et al. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2): 311-320.
- Goi M. E.J. (2004). *A construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas*. Dissertação de mestrado, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS, Brasil.
- Goi, M.E.J. (2014) *Formação de professores para o desenvolvimento da metodologia de resolução de problemas na Educação Básica*. Tese de Doutorado. Porto Alegre: PPGEDU/UFRGS.
- Goi, M. E. J. Borba, F. I. M. O. (2019). Metodologia de Resolução de Problemas articulada à experimentação no Ensino de Ciências: uma revisão de literatura realizada no Encontro Nacional de Ensino de Química. In: *Ciências & Ideias*, 10(2). Mai./Agost.
- Goi, M. E. J. & Santos, F. M. T. (2009) Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. *Química Nova na Escola*, São Paulo, 31(1): 203- 209.
- Goi, M. E. J. & Santos, F. M. T (2018). Contribuições de Jerome Bruner: aspectos psicológicos relacionados à Resolução de Problemas na formação de professores de Ciências da Natureza. *Ciências & Cognição (UFRJ)*, 23(1): 315 – 332.
- Gonçalves R. P. N. (2019). *Experimentação no Ensino de Química na Educação Básica*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pampa, Bagé, RS, Brasil.
- González, E. M. (1992). Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? *Enseñanzas de Las Ciencias*, 10(2): 206-211.

Hampson, P.I. & Morris, P.E.(1995) *Understanding Cognition*. Oxford: Blackwell Publishers.

Hodson, D. (1994) Hacia Un Enfoque más Crítico del Trabajo de Laboratorio. *Enseñanzas de Las Ciencias*, 12(3): 299-313.

Insausti, M. J.(1997). Análises De Los Trabajos Prácticos de Química General En un Curso de Universidad. *Enseñanzas de Las Ciencias*, 15(1): 123-130.

Lester, F. K. (1983). Trends and issues in mathematical problem solving research. In: Lesh, R.; Landau, M. (eds). *Acquisition of mathematical concepts and processes*. New York: Academic Press.

Lynch , P. P.(1987) Laboratory work in schools and universities; structures and strategies still largely unexplored. *Australian Science Teachers Journal*, 32, p.31-39.

Lock, R. (1987). Pratical work, en Lock, R. y Foster, D. (eds), *Teaching Science*, p.11-13 (Croom Helm Londres).

Lopes. B. J. (1994). *Resolução de Problemas em Física e Química: Modelo para estratégias de ensino-aprendizagem*. Lisboa: LDA.

Ludke, M., & André, M. (1986). Abordagens qualitativas de pesquisa: a pesquisa etnográfica e o estudo de caso. Ludke, Menga; Andre, Marli *EDA Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.

Marcussi, S.; Santos, G. M. Dos; Vieira, k. C.; Maciel, R. F.; Magalhães, R. & Suart, R. C.(2011) Questionários e desenhos como instrumento de avaliação: trabalhando o tema soluções no ensino médio. In: *VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – VIII ENPEC – Campinas, São Paulo – 5 a 9 de dezembro de 2011. Anais [...]*. Campinas, SP, Brasil: Universidade Estadual de Campinas, 2011. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0203-2.pdf. Acesso em: 10 jul. 2017.

Medeiros, D. R. (2019). *Resolução de problemas como proposta metodológica para o Ensino de Química*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, RS, Brasil.

Moreira, M. A. (1980). A non-traditional approach to the evaluation of laboratory instruction in general physics. *European Journal in Science Education*, 21(1): 441.

Piccoli, F., Salgado, T. D. M., Lopes, C. V. M., & Aguiar, L. (2015). A resolução de problemas como chave para o desenvolvimento de conceitos de química na educação básica. In: *X Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências – X ENPEC - Águas de Lindóia, São Paulo – 24 a 27 de novembro de 2015*. Anais [...]. Águas de Lindóia, SP: [S.I.]. Disponível em:
<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xenpec/anais2015/busca.htm?query=A+Resolu%E7%E3o+de+Problemas+como+chave+para+o+desenvolvimento+de+conceitos+de+qu%EDmica+na+educa%E7%E3o+b%E1sica.+In%3A+X+Encontro+Nacional+de+Pesquisa+em+Educa%E7%E3o+em+Ci%EAncias+>. Acesso em: 15 out. 2017.

Pozo, J. I. & Postigo, Y. (1993) “Las estrategias de aprendizaje como contenido Del currículo.” In: MONEREO, C. (Ed.). *Estrategias de aprendizaje: procesos, contenidos e interacción*. Barcelona: Doménech,

Santos, M.E. (1991) Dimensão Epistemológica do Ensino de Ciências. In: Oliveira, M.T (coord) *Didática da Biologia*. Lisboa: Universidade Aberta.

Santos, F. M. T. & Goi, M. E. J. (2012). Resolução de Problemas no Ensino de Química fundamentos epistemológicos para o emprego da metodologia na Educação Básica. In *Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química / X Encontro de Educação Química da Bahia*. Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia, p. 1-11. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/forprof-ciencias/editais/texto3.pdf>. Acesso em 08 nov. 2019.

Schnetzler, R. P. (2002). A pesquisa em ensino de Química no Brasil: Conquistas e perspectivas. *Química Nova*, v.25, n.1, p.14-24.

Silva, E. R. A. (2017) *Articulação entre Resolução de Problemas e a temática drogas como proposta metodológica para o Ensino de Química*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul/RS.

Silva, E. R. A. Goi, M. E. J. (2019). Articulação entre resolução de problemas e temáticas no ensino de ciências: uma análise em periódicos da área. *VIDYA*, v. 39, n. 1, p. 195-214, jan./jun., Santa Maria.

Silva, S. F.da & Nuñez, I. B. (2002). O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes- Reflexões teórico-metodológicas. *Química Nova*, v.25, n.6B,p.1197-1203.

Tamir, P. & Garcia, M.P. (1992). Characteristics of laboratory exercises included in science textbooks in catalonia (Spain). *Int. J. of Sci. Educ.*, v.14, p.381-392.

Vega, M. (1990). *Introducción a la psicología Cognitiva*. Madrid: Alianza Editorial.

Zômpero, A. F.& Laburú, C. E. Atividades Investigativas no Ensino de Ciências. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.13, n.03, p.67-80.

Zuliani, S. R. Q. A. & Ângelo, A. C. D. (2001) A Utilização de Metodologias Alternativas: o método investigativo e a aprendizagem de Química, *In: Educação em Ciências da pesquisa à prática docente*/Ed. Escrituras: autores associados, cap.5, p. 69-80.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Mara Elisângela Jappe Goi – 50%

Flávia Maria Teixeira dos Santos – 50%