



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS  
NÍVEL MESTRADO

LUCAS DOS SANTOS FERNANDES

ANÁLISE DE TENDÊNCIAS DE PESQUISA SOBRE A RESOLUÇÃO DE  
PROBLEMAS EM QUÍMICA

Recife, 24 de Fevereiro de 2014

LUCAS DOS SANTOS FERNANDES

ANÁLISE DE TENDÊNCIAS DE PESQUISA SOBRE A RESOLUÇÃO DE  
PROBLEMAS EM QUÍMICA

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências – PPGEC – da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Angela Fernandes Campos

Recife, 24 de Fevereiro de 2014

Ficha catalográfica

F363a Fernandes, Lucas dos Santos  
Análise de tendências de pesquisa sobre a resolução de  
problemas em química / Lucas dos Santos Fernandes. –  
Recife, 2013.  
113 f. : il.

Orientadora: Angela Fernandes Campos.  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Educação, Recife, 2014.  
Referências.

1. Resolução 2. Problema 3. Ensino 4. Química  
I. Campos, Angela Fernandes, orientadora II. Título

CDD 507

LUCAS DOS SANTOS FERNANDES

ANÁLISE DE TENDÊNCIAS DE PESQUISA SOBRE A RESOLUÇÃO DE  
PROBLEMAS EM QUÍMICA

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências – PPGEC – da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Angela Fernandes Campos

Aprovada em        /        /

BANCA EXAMINADORA

---

Angela Fernandes Campos, Dra. (Orientadora)  
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Maria Angela Vasconcelos de Almeida, Dra.  
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Edenia Maria Ribeiro do Amaral, Dra.  
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Verônica Tavares Santos Batinga, Dra.  
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife, 24 de Fevereiro de 2014

*Dedico este trabalho a meus avós Iraci Vicente dos Santos e Severino José dos Santos Filho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por tudo, se cheguei até aqui, foi porque Ele me ajudou. Agradeço à minha família e aos meus amigos pela compreensão, paciência e amor. Não poderia deixar de agradecer aos professores da UFRPE e aos meus colegas de turma do PPGEC pelos momentos de aprendizagem. Agradeço às professoras Edenia Amaral, Verônica Batinga e Angela Almeida por aceitar o convite para participar da minha banca de dissertação e pelas contribuições para o enriquecimento desta pesquisa. Em especial agradeço à minha orientadora Prof. Dra. Angela Fernandes Campos pelo apoio, amizade e confiança desde os tempos da Graduação até os dias de Mestrado. Enfim, agradeço a todos que me ajudaram de alguma forma ao longo da minha trajetória. Que Deus recompense a todos.

*“A Felicidade não se resume à ausência de problemas, mas sim na capacidade em lidar com eles”.*

Albert Einstein

*“Todos aqueles que fizeram grandes coisas fizeram-nas para sair de uma dificuldade, de um beco sem saída”.*

Clarice Lispector

## RESUMO

A resolução de problemas corresponde a uma linha de pesquisa relevante no campo da Didática das Ciências. As pesquisas relacionadas a essa temática têm despertado o interesse de muitos pesquisadores da área de Ensino de Ciências/Química, tendo em vista que vêm obtendo resultados satisfatórios em termos de aprendizagem dos alunos no que se refere à aquisição de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais e, além disso, no desenvolvimento de habilidades e competências. Esta pesquisa teve como objetivo caracterizar os estudos e analisar as tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas no ensino de Química. Sob essa perspectiva, foram selecionados artigos científicos nacionais e internacionais, a partir de periódicos indexados ao Qualis da CAPES e estudos apresentados no 9º Congreso sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias realizado na Espanha em 2013. As investigações foram analisadas em relação aos aspectos bibliográficos, teóricos e metodológicos. Ao total foram analisados setenta e três estudos (73), nos quais foram identificadas as seguintes tendências de pesquisa: (i)- a maior parte das pesquisas sobre a resolução de problemas em Química está orientada na linha de pesquisa que concebe esse processo como uma investigação; (ii)- a maioria dos estudos corresponde a pesquisas aplicadas; (iii)- os conteúdos químicos mais presentes nos estudos são estequiometria e equilíbrio químico; (iv)- as pesquisas utilizam metodologias qualitativas embora em alguns estudos tenham utilizado também técnicas quantitativas de análise. A partir da realização desta pesquisa busca-se contribuir para a divulgação das investigações sobre a resolução de problemas em Química no sentido de esclarecer os principais aspectos dessa linha de pesquisa da Didática das Ciências que apresenta potencial para promover o desenvolvimento cognitivo dos estudantes em diversos níveis de ensino.

**Palavras-chave:** Resolução de problemas; Química; Estudos; Pesquisa; Investigação; Tendências.

## ABSTRACT

The problem solving corresponds to a line of relevant research in the field of Science Education. The research related to this topic has piqued the interest of many researchers in the field of Science Education/ Chemistry, considering that have obtained satisfactory results in terms of student learning in relation to conceptual, procedural and attitudinal knowledge and beyond addition, the development of skills and competencies. This study aimed to characterize the studies and analyze trends of research on problem solving in chemistry. From this perspective, scientific articles were selected national and international, from indexed journals Qualis CAPES and studies presented at the 9th Congress on Research in Didactics of Sciences, held in Spain in 2013. The investigations were analyzed in relation to bibliographic, theoretical and methodological aspects. In total seventy-three studies ( 73 ), in which the following research trends were identified were analyzed: ( i )- most of the current research on problem solving in chemistry is oriented in the line of research that conceives this process as an investigation; (ii )- most studies corresponding to applied research; (iii )- the chemical content present in most studies are stoichiometry and chemical equilibrium; (iv )- use qualitative research methodologies although some studies have also used quantitative analysis techniques. From this research we seek to contribute to the dissemination of research on problem solving in chemistry in order to clarify the main aspects of this line of research in Science Education with the potential to promote the cognitive development of students at various levels of teaching.

**Keywords:** Problem solving; Chemistry; Studies; Research; Investigation; Trends.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Classificação dos tipos de problemas (PERALES, 2000).   | 38 |
| <b>Figura 2.</b> Objetos de estudo da Química (MORTIMER, et al, 2000).   | 45 |
| <b>Figura 3.</b> Níveis de conhecimento da Química (MORTIMER, et al, 2000).  | 46 |
| <b>Figura 4.</b> Classificação dos problemas em Química segundo Frazer (1982b).  | 48 |
| <b>Figura 5.</b> Distribuição temporal dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais por década.                     | 67 |
| <b>Figura 6.</b> Estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais classificados por linha de pesquisa.                      | 70 |
| <b>Figura 7.</b> Linhas de pesquisa e focos temáticos identificados nos estudos publicados sobre a resolução de problemas em Química em periódicos nacionais e internacionais.   | 78 |
| <b>Figura 8.</b> Conteúdos químicos identificados nos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais por área da Química. | 83 |
| <b>Figura 9.</b> Sujeitos de pesquisa identificados nos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais.                   | 86 |
| <b>Figura 10.</b> Instrumentos de coleta de dados identificados nos estudos sobre a resolução de problemas publicados em periódicos nacionais e internacionais.                  | 87 |

## LISTA DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| <b>Quadro 1.</b> Passos e objetivos didáticos no modelo de ensino por pesquisa dirigida.   | 26 |
| <b>Quadro 2.</b> Passos e ações desenvolvidas na aplicação de uma estratégia ABP (SCHMIDT, 1983).  | 30 |
| <b>Quadro 3.</b> Funções da resolução de problemas nos modelos de ensino.  | 32 |
| <b>Quadro 4.</b> Características dos problemas e dos exercícios (GONÇALVES, et al, 2007).  | 35 |
| <b>Quadro 5.</b> Periódicos nacionais e internacionais selecionados e estrato segundo o Qualis da CAPES.   | 51 |
| <b>Quadro 6.</b> Palavras-chave encontradas no título dos estudos coletados.   | 53 |
| <b>Quadro 7.</b> Dados da pesquisa bibliográfica sobre a resolução de problemas em Química em periódicos nacionais.  | 57 |
| <b>Quadro 8.</b> Dados bibliográficos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais.  | 58 |
| <b>Quadro 9.</b> Dados da pesquisa bibliográfica sobre a resolução de problemas em Química em periódicos internacionais.   | 60 |
| <b>Quadro 10.</b> Dados bibliográficos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos internacionais.  | 61 |
| <b>Quadro 11.</b> Análise dos aspectos teóricos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais.                       | 68 |
| <b>Quadro 12.</b> Passos e procedimentos para a resolução de problemas.  | 71 |
| <b>Quadro 13.</b> Características gerais dos expertos e novatos na resolução de problemas.   | 73 |
| <b>Quadro 14.</b> Procedimentos didáticos relacionados à resolução de problemas como Investigação Dirigida e segundo os pressupostos da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). | 77 |
| <b>Quadro 15.</b> Aspectos metodológicos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais.                              | 79 |
| <b>Quadro 16.</b> Vantagens e limitações dos questionários (GIL, 1987).  | 88 |
| <b>Quadro 17.</b> Vantagens e limitações das entrevistas (GIL, 1987).  | 90 |

- Quadro 18.** Dados bibliográficos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. 91
- Quadro 19.** Aspectos teóricos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. 94
- Quadro 20.** Aspectos metodológicos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. 96

## SUMÁRIO

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO</b>  | <b>13</b> |
| <b>2</b>   | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>   | <b>18</b> |
| <b>2.1</b> | <b>A função da resolução de problemas nos modelos de ensino</b>      | <b>18</b> |
| 2.1.1      | O modelo de ensino tradicional e a resolução de problemas            | 18        |
| 2.1.2      | O modelo de ensino por (re)descoberta e a resolução de problemas     | 21        |
| 2.1.3      | O modelo de ensino por mudança conceitual e a resolução de problemas | 23        |
| 2.1.4      | O modelo de ensino por investigação e a resolução de problemas       | 25        |
| 2.1.5      | O modelo de ensino por problemas e a resolução de problemas          | 28        |
| 2.1.6      | Algumas considerações  | 32        |
| <b>2.2</b> | <b>Resolução de problemas: principais características</b>            | <b>33</b> |
| 2.2.1      | Os conceitos de problema e de exercício                              | 33        |
| 2.2.2      | Classificação dos problemas no Ensino de Ciências                    | 36        |
| 2.2.3      | Contribuições da resolução de problemas para o Ensino de Ciências    | 39        |
| 2.2.4      | Dificuldades da resolução de problemas no Ensino de Ciências         | 41        |
| 2.2.5      | A avaliação da aprendizagem na resolução de problemas                | 42        |
| <b>2.3</b> | <b>A resolução de problemas no ensino de Química</b>                 | <b>44</b> |
| 2.3.1      | A resolução de problemas e os objetos de estudo da Química           | 44        |
| 2.3.2      | A resolução de problemas e os níveis de conhecimento da Química      | 46        |
| 2.3.3      | Classificação dos problemas em Química                               | 48        |
| <b>3</b>   | <b>METODOLOGIA</b>   | <b>50</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Delineamento metodológico</b>                                     | <b>50</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Critérios de seleção e coleta dos dados de pesquisa</b>           | <b>51</b> |
| <b>3.3</b> | <b>Análise de dados</b>  | <b>54</b> |
| 3.3.1      | Aspectos bibliográficos  | 54        |
| 3.3.2      | Aspectos Teóricos  | 55        |
| 3.3.3      | Aspectos Metodológicos   | 56        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>  | <b>57</b>  |
| 4.1      | Análise bibliográfica dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais   | 57         |
| 4.2      | Análise bibliográfica dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos internacionais  | 60         |
| 4.3      | Análise teórica dos estudos publicados em periódicos nacionais e internacionais sobre a resolução de problemas em Química  | 68         |
| 4.4      | Análise metodológica dos estudos publicados em periódicos nacionais e internacionais sobre a resolução de problemas em Química   | 79         |
| 4.5      | Análise dos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias              | 91         |
| 4.5.1    | Análise bibliográfica dos estudos apresentados no 9º Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias  | 91         |
| 4.5.2    | Análise teórica dos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias      | 94         |
| 4.5.3    | Análise metodológica dos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias | 96         |
| <b>5</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>  | <b>99</b>  |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b>   | <b>102</b> |

## CAPÍTULO 1

### 1. INTRODUÇÃO

---

Solucionar problemas é uma atividade presente no cotidiano, afinal, todos os dias ouve-se falar sobre problemas de vários tipos: ambientais, sociais, econômicos, etc. No contexto educacional, a resolução de problemas corresponde a uma atividade didática presente em muitas salas de aula, ainda que os termos ‘problema’ e ‘exercício’ sejam confundidos em algumas situações (POZO e CRESPO, 2009). Oñorbe e Sánchez (1996) afirmam que para existir um problema, deve haver uma questão para resolver, certo grau de motivação para buscar uma solução e não deve ser evidente uma estratégia que solucione o problema imediatamente. De uma forma geral, os problemas são entendidos como situações difíceis de ser resolvidas para as quais não existem soluções evidentes.

Desde a criação das primeiras escolas, a resolução de problemas consiste em uma atividade didática presente nas salas de aula (PERALES, 2000). Ao longo do tempo essa atividade desempenhou diversas funções didáticas de acordo com o modelo de ensino-aprendizagem adotado no ambiente escolar. Partindo do modelo de ensino tradicional (transmissão-recepção) até as propostas de ensino mais atuais de caráter construtivista, a resolução de problemas ocupa um papel importante no que se refere à aprendizagem dos alunos. Inicialmente a resolução de problemas era utilizada apenas para treinar algumas habilidades instrumentais básicas que seriam importantes para os alunos, nesse período (aproximadamente até a década de 80) os termos ‘problema’ e ‘exercício’ eram tratados como sinônimos por muitos professores, no entanto, com o passar do tempo a distinção entre esses termos foi estabelecida e ficou evidenciado que a resolução de verdadeiros problemas permitia, além do desenvolvimento dessas habilidades, o desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (CAMPOS e NIGRO, 1999).

A resolução de problemas pode ser utilizada na sala de aula em diferentes momentos: no início da abordagem de novos conteúdos, durante o processo de ensino-aprendizagem ou até mesmo no momento da avaliação. Quando os

problemas são apresentados antes dos conteúdos, em geral, eles possuem o objetivo de motivar os alunos em busca de novos conhecimentos. Os problemas utilizados durante o processo de ensino-aprendizagem possuem a finalidade de aprofundar os conteúdos que estão sendo abordados. Enquanto que os problemas que são utilizados ao final do processo de ensino permitem que os alunos possam mobilizar seus conhecimentos para enfrentar novas situações que exigem, além desses conhecimentos, a integração com outros conteúdos e a tomada de decisão. Nesse sentido, a resolução de problemas pode ser utilizada com fins avaliativos para realizar avaliações diagnósticas, formativas e somativas (MEIRIEU, 1998).

As primeiras tentativas de inserir a resolução de problemas no currículo escolar são do campo da Matemática, merecendo destaque o livro “How to solve it” publicado por Polya<sup>1</sup>, em 1945. Posteriormente a resolução de problemas foi sendo incorporada a outras áreas do conhecimento e ao Ensino de Ciências. Atualmente muitas pesquisas tem evidenciado as potencialidades da resolução de problemas no ensino de Matemática (MARTÍNEZ, et al, 2009), Biologia (AYUSO, et al,1996; SIGUENZA e SÁEZ, 1990), Física (NIETO e AZNAR, 1997; PEDUZZI, et al, 1992) e Química (GARCÍA, 2000; FERNANDES e CAMPOS, 2013a) em relação à aprendizagem dos estudantes em diversos níveis de ensino.

Paixão e Cachapuz (2003) afirmam que entre as novas perspectivas da Didática das Ciências deve-se inserir a consideração das inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) em que a construção do conhecimento científico está associada à resolução de situações problemáticas relevantes e interessantes para os alunos, assumindo que a Ciência e a Tecnologia, em profunda inter-relação, não são atividades ou conhecimentos neutros, mas estão carregados de ideologia e de implicações sociais. Essa concepção que relaciona a resolução de problemas com as inter-relações CTS pode contribuir, de forma significativa, para o desenvolvimento de visões mais adequadas sobre o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia e suas implicações na Sociedade. O ensino de Química através da resolução de problemas deve estar orientado para a formação de cidadãos alfabetizados cientificamente para atuar de forma ativa e crítica na sociedade (SANTOS e SCHNETZLER, 2010).

---

<sup>1</sup> O livro de Polya “How to solve it” foi lançado em 1945 e consiste em uma proposta pioneira no campo da resolução de problemas em Matemática. No Brasil esse livro foi traduzido como “A arte de resolver problemas”. Referência: POLYA, George. A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

No entanto, é necessário que a resolução de problemas em Química não se limite apenas aos conteúdos conceituais, mas que os conhecimentos químicos procedimentais e atitudinais também sejam mobilizados na resolução de problemas que envolvam temas sociocientíficos. Para Santos e Schnetzler (2010) é necessário que os cidadãos conheçam como utilizar as substâncias e materiais no seu dia-a-dia, bem como se posicionar criticamente em relação aos efeitos ambientais do emprego da Química e quanto às decisões referentes aos investimentos nessa área, a fim de buscar soluções para os problemas sociais que podem ser resolvidos com a ajuda do seu desenvolvimento. Dessa forma, a resolução de problemas em Química ultrapassa os temas escolares e aborda outras dimensões que são relevantes para a formação dos alunos, tais como, os aspectos epistemológicos da construção do conhecimento científico e as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico.

A resolução de problemas em Química constitui um aspecto importante no que se refere ao ensino e a aprendizagem dessa disciplina. A Química possui como objetos de estudo: a constituição, as propriedades e as transformações das substâncias e dos materiais (MORTIMER, et al, 2000). Segundo Machado e Mortimer (2007) o ensino de Química deve envolver a contextualização e privilegiar a resolução de problemas abertos (problemas qualitativos que admitem mais de uma solução), nos quais o aluno deverá considerar não só aspectos técnicos, como também sociais, políticos, econômicos e ambientais, o que pode resultar numa demanda de abordagens interdisciplinares.

Os Documentos Oficiais que regulamentam o ensino de Química destacam a resolução de problemas como uma atividade didática importante no sentido de desenvolver habilidades e competências nos alunos. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999) os alunos deverão saber selecionar e utilizar ideias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes. Além disso, ainda segundo esse documento, os alunos deverão reconhecer ou propor a investigação de problemas relacionados à Química, selecionando procedimentos experimentais pertinentes. As Orientações Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006) propõem que os conteúdos químicos sejam abordados a partir de situações problemáticas reais no sentido de buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las.

A resolução de problemas em Química constitui uma linha de pesquisa pertencente ao campo da Didática das Ciências que apresenta uma bibliografia extensa e complexa. Segundo Oñorbe e Sánchez (1996) as pesquisas sobre a resolução de problemas em Química apresentam uma grande dificuldade em sua sistematização devido à diversidade de concepções na comunidade científica sobre os conceitos de 'problema' e de 'resolução de problemas'. Apesar dessa diversidade, observa-se que as investigações sobre a resolução de problemas em Química estão orientadas basicamente em quatro linhas de pesquisa: (i)- desenvolvimento de estratégias de resolução; (ii)- a resolução de problemas por expertos e novatos; (iii)- variáveis que influenciam o processo de resolução; (iv)- a resolução de problemas como uma investigação (PERALES, 2000; CEBERIO, et al, 2008).

A resolução de problemas em Química foi escolhida como objeto de pesquisa dessa investigação mediante a sua relevância no cenário atual da Didática das Ciências e devido à falta de sistematização das pesquisas relacionadas ao ensino de Química a partir dessa perspectiva de ensino. Nessa direção, este estudo pretende responder a seguinte questão de pesquisa:

➤ *Quais as tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em Química?*

A fim de responder a essa questão temos como objetivo geral:

➤ *Analisar as tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em Química a partir da identificação dos estudos publicados sobre essa temática.*

E como objetivos específicos:

➤ *Analisar os estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais e apresentados no 9º Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias em relação aos aspectos bibliográficos, teóricos e metodológicos;*

➤ *Identificar as principais tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em Química a partir dos estudos analisados.*

O capítulo 2 refere-se à fundamentação teórica e apresenta os seguintes tópicos: (i)- A função da resolução de problemas nos modelos de ensino; (ii)- Resolução de problemas: principais características; (iii)- A resolução de problemas no ensino de Química.

O capítulo 3 corresponde à metodologia que foi desenvolvida ao longo da realização desta pesquisa e contém os seguintes tópicos: (i)- Delineamento metodológico; (ii)- Critérios de seleção dos dados de pesquisa; (iii)- Análise de dados.

O capítulo 4 consiste nos resultados e discussão. Este capítulo conta com os seguintes tópicos: (i)- Análise bibliográfica dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais; (ii)- Análise bibliográfica dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos internacionais; (iii)- Análise dos aspectos teóricos dos estudos publicados em periódicos nacionais e internacionais sobre a resolução de problemas em Química; (iv)- Análise dos aspectos metodológicos dos estudos publicados em periódicos nacionais e internacionais sobre a resolução de problemas em Química; (v)- Análise dos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.

O capítulo 5 refere-se às considerações finais que puderam ser formuladas a partir da pesquisa realizada.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

---

### 2.1 A função da resolução de problemas nos modelos de ensino

Ao longo dos anos surgiram no campo da Didática das Ciências diversos modelos de ensino que tinham o objetivo de melhorar a aprendizagem dos alunos. Em cada uma deles a resolução de problemas sempre esteve presente desempenhando funções diferentes (PERALES, 2000). Nesse sentido, pretende-se expor a seguir os principais aspectos dos modelos de ensino mais difundidos na área de Ensino de Ciências e assinalar o lugar da resolução de problemas no contexto desses modelos. Os modelos de ensino abordados a seguir serão: modelo de ensino tradicional, modelo de ensino por (re)descoberta, modelo de ensino por mudança conceitual, modelo de ensino por pesquisa dirigida e modelo de ensino baseado na resolução de problemas.

#### 2.1.1 O modelo de ensino tradicional e a resolução de problemas

Esse modelo de ensino é centrado na transmissão-recepção de conteúdos preestabelecidos, carentes de contextualização histórico-social e de significados conceituais (ZANON, 2008). Esse modelo é o mais utilizado nas salas de aula desde a criação das primeiras escolas (PERALES, 2000). De acordo com o ensino tradicional, o professor é o detentor de todo o conhecimento, cabendo aos alunos se comportarem de forma passiva, apenas assimilando e reproduzindo as informações que lhes são fornecidas (CACHAPUZ, et al, 2002). Dessa forma, o aluno é considerado uma 'tabula rasa' onde é possível 'gravar' todas as informações transmitidas pelo professor (PERALES, 2000).

Gonçalves, et al, (2007) afirmam que toda prática educativa está guiada implicitamente ou explicitamente por fundamentos didáticos e epistemológicos. Nesse sentido, o ensino tradicional possui como principal fundamento didático a memorização dos conteúdos e como fundamento epistemológico uma concepção

empírico-indutivista da Ciência (ZANON, 2008). Essas visões reducionistas, do ponto de vista didático e epistemológico, são características que repercutem nas salas de aula através da prática pedagógica dos professores e da postura passiva dos alunos em relação à construção dos conhecimentos (CACHAPUZ, et al, 2002).

No modelo de ensino tradicional, os conhecimentos científicos são apresentados como prontos, acabados e inquestionáveis, favorecendo o surgimento de visões equivocadas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico (GIL-PÉREZ, et al, 2001). Esse modelo enfatiza apenas os conteúdos conceituais em detrimento dos conteúdos procedimentais e atitudinais. A contextualização e a interdisciplinaridade são estratégias didáticas que não são utilizadas, tendo em vista que, a prioridade é a transmissão de conhecimentos através de um currículo disciplinar rígido e inflexível. Nesse modelo de ensino, as avaliações são puramente reprodutivas nas quais os alunos apenas reproduzem as informações que foram transmitidas pelo professor durante as aulas anteriores (CACHAPUZ, et al, 2002).

A utilização do modelo de ensino tradicional pode ser reconhecida, pois muitos dos seus pressupostos encontram-se explicitados nas atividades escolares e nos currículos. A prática desse modelo, parte, geralmente, da falta de reflexão dos docentes, que muitas vezes reproduzem em suas salas de aula as mesmas atividades que vivenciaram quando foram alunos desse mesmo modelo de ensino. Dessa forma, muito provavelmente, o modelo de ensino tradicional tem permanecido nas escolas até os dias atuais, embora outros modelos tenham surgido.

O modelo de ensino tradicional apresenta os conteúdos científicos como verdades inquestionáveis, cabendo aos estudantes apenas a memorização sem nenhuma reflexão sobre a relevância dos conteúdos que estão sendo abordados (FARIA e NUÑEZ, 2004). É exigido apenas que os discentes memorizem todos os conteúdos, pois eles certamente serão cobrados na avaliação. De acordo com esse modelo, a memorização e a reprodução dos conteúdos são sinônimos de aprendizagem. Além disso, o objetivo das avaliações é medir a quantidade de alunos que superam um nível mínimo exigido de conhecimentos que foram transmitidos pelo professor (POZO e CRESPO, 2009). Segundo Zanon (2008) o estudante nesse modelo de ensino é considerado um depositário temporário de fragmentos de saberes isolados, ao qual resta apenas fixá-los até o período de realização das provas, para serem, então esquecidos posteriormente.

O modelo de ensino tradicional há algum tempo já não apresenta resultados satisfatórios em relação à aprendizagem dos alunos (CAMPANARIO e MOYA, 1999). Isso em parte é ocasionado pelas novas demandas educacionais que a sociedade integrou nos últimos anos (POZO e CRESPO, 2009). A sociedade atual requer que a escola forme cidadãos alfabetizados cientificamente, com capacidade de questionamento, reflexão e tomada de decisão frente à realidade que se apresenta (SANTOS e SCHNETZLER, 2010). Cada vez mais é preciso que os cidadãos utilizem os novos recursos científicos e tecnológicos de forma sustentável e responsável, tendo em vista os impactos sociais e ambientais advindos desses recursos. Dessa maneira, torna-se clara a urgência das reformas educacionais com o objetivo de suprir as novas demandas as quais o ensino tradicional não contempla.

Várias críticas surgiram em oposição ao modelo de ensino tradicional: (i)- proporciona o surgimento de visões deformadas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico; (ii)- não contempla a atualização dos conteúdos curriculares; (iii)- permite ao aluno uma postura mais passiva em relação à construção dos conhecimentos; (iv)- coloca no professor a responsabilidade sobre a aprendizagem dos alunos; (v)- delega ao segundo plano o ensino dos conteúdos atitudinais; (vi)- não é capaz de suprir as novas demandas educacionais da sociedade. Essas e outras críticas a esse modelo de ensino culminaram com a elaboração de outros modelos que tentaram minimizar essas lacunas com a adoção de novos pressupostos para balizar o ensino e a aprendizagem (POZO e CRESPO, 2009).

No modelo de ensino tradicional, a resolução de problemas dificilmente é utilizada, na maioria das vezes são utilizados apenas exercícios, inclusive algumas vezes chamados de forma equivocada de 'problemas' (POZO e CRESPO, 2009). Nesse modelo, geralmente, o professor dedica apenas as últimas aulas antes da avaliação para resolver longas listas de exercícios nos quais basta apenas a aplicação de alguns algoritmos (sequência de operações) para chegar à resposta, ou seja, para resolvê-los os alunos não precisam utilizar nenhum raciocínio mais sofisticado (PERALES, 2000). Esses exercícios em sua maioria são quantitativos e admitem apenas uma resposta correta. Em geral, são enfatizados apenas os aspectos matemáticos dessas atividades em detrimento do raciocínio científico próprio da Ciência. Durante a resolução desses exercícios a atenção está voltada, basicamente para as respostas obtidas e não para as estratégias seguidas para atingi-las (PERALES, 2000).

### 2.1.2 O modelo de ensino por (re)descoberta e a resolução de problemas

O modelo de ensino por descoberta surgiu na década de 70 em contraponto ao modelo de ensino tradicional, que já apresentava sinais de incompatibilidade com o que era esperado em termos de aprendizagem (CACHAPUZ, et al, 2002). Esse modelo de ensino defende a ideia de que a melhor forma de aprender ciência é fazendo ciência (POZO e CRESPO, 2009). Dessa maneira, os alunos são considerados pequenos cientistas que fazendo experiências em laboratório e seguindo rigorosamente o método científico podem redescobrir às mesmas leis e teorias que outros cientistas propuseram ao longo da História da Ciência (CAMPANARIO e MOYA, 1999). Nesse modelo de ensino são enfatizados os procedimentos utilizados para chegar às respostas que, em geral, correspondem à leis ou teorias que já haviam sido descobertas em outros contextos históricos, por esse motivo, esse modelo também é chamado de ensino por redescoberta, uma vez que os conhecimentos construídos dessa forma não são inéditos, mas antes redescobertos (CACHAPUZ, et al, 2002).

De acordo com esse modelo de ensino a função do professor é propor investigações aos alunos nas quais a sua resolução depende da realização de pesquisas e execução de experimentos. O envolvimento dos alunos nessas investigações consiste em seguir um método científico que proporcione a redescoberta de conhecimentos científicos (POZO e CRESPO, 2009). Nesse modelo de ensino, os conhecimentos procedimentais são privilegiados, enquanto que os conceituais e atitudinais são menos valorizados (CACHAPUZ, et al, 2002). Observa-se que o modelo de ensino por descoberta desloca o foco do ensino do professor para o aluno, diferente do modelo de ensino tradicional que deposita no professor toda a responsabilidade pela aprendizagem dos alunos.

Esse modelo de ensino recebeu diversas críticas apesar dos seus avanços em relação ao modelo de ensino tradicional (CACHAPUZ, et al, 2002). Uma das críticas mais sérias refere-se ao fato de que essa abordagem considera que os alunos possuem as mesmas habilidades que os cientistas, sendo capazes de chegar às descobertas científicas através apenas da realização de pesquisas e execução de alguns experimentos (POZO e CRESPO, 2009). Outro aspecto negativo desse modelo consiste na descaracterização do trabalho do professor que fica limitado a propor as investigações e acompanhar a sua execução, de forma mais ou menos

autônoma, pelos alunos. Somando-se a isso, esse modelo de ensino possui uma concepção de ciência extremamente empirista na qual os conhecimentos científicos são produzidos exclusivamente através da experiência (HESSEN, 2012; CACAHPUZ, et al, 2002). Essa posição em relação à origem do conhecimento, possivelmente, deve contribuir para o surgimento de visões deformadas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico (GIL PÉREZ, et al, 2001) assim como no modelo de ensino tradicional.

O modelo de ensino por descoberta começou a ser questionado após a constatação em alguns estudos de que nem sempre, após a realização das pesquisas e da execução dos experimentos, os alunos conseguiam chegar às leis e teorias pretendidas (CAMPANARIO e MOYA, 1999). Os defensores desse modelo partem do pressuposto de que o domínio de algumas regras formais de pensamento (método científico) leva necessariamente à descoberta das regras e leis que regem o funcionamento da natureza (POZO e CRESPO, 2009). Além disso, nesse modelo não eram diferenciados os procedimentos utilizados para fazer ciência e os procedimentos didáticos utilizados para ensinar e aprender ciência, dessa forma, os métodos de investigação utilizados eram considerados também métodos de ensino e aprendizagem. Outras críticas significativas a esse modelo de ensino foram feitas por pesquisadores do campo da Didática das Ciências, no entanto, esse modelo consistiu em um avanço em relação ao ensino tradicional (CACHAPUZ, et al, 2002).

No modelo de ensino por descoberta, os problemas, geralmente, estão envolvidos nas investigações que são propostas aos alunos. Dessa forma, os problemas resolvidos dentro desse modelo de ensino possuem forte natureza empírica, ou seja, a sua resolução depende, em geral, da realização de experimentos, além disso, os procedimentos (método científico) seguidos pelos estudantes durante a investigação são considerados mais importantes que os resultados finais atingidos (CACHAPUZ, et al, 2002). Geralmente, a solução do problema é interpretada em termos de leis e teorias científicas que são redescobertas pelos alunos de forma autônoma ou guiada pelo professor, o grau de autonomia dos alunos nas investigações é variável de acordo com os pressupostos teóricos seguidos pelo professor. No modelo de ensino por descoberta os problemas envolvidos nas investigações propostas consistem em um meio para a aquisição de habilidades cognitivas (PERALES, 2000). Dessa forma, a resolução de problemas é considerada um recurso didático capaz de gerar aprendizagem.

### 2.1.3 O modelo de ensino por mudança conceitual e a resolução de problemas

O modelo de ensino por mudança conceitual, também chamado de modelo de ensino por conflito cognitivo, surgiu na década de 80, nesse período o ensino por descoberta era alvo de diversas críticas por muitos pesquisadores, em virtude das limitações apresentadas ao ensino de Ciências, entre as quais pode-se destacar a visão distorcida sobre a Ciência e o trabalho dos cientistas que era transmitida aos alunos (LIMA, et al, 2004). Esse modelo de ensino se diferencia de seus antecessores pelo fato de colocar no professor e no aluno a responsabilidade pela aprendizagem, que no modelo de ensino tradicional era do professor e no ensino por descoberta era do aluno. Nesse modelo de ensino o principal objetivo é a substituição das concepções alternativas dos alunos por concepções mais corretas do ponto de vista científico (POZO e CRESPO, 2009). As concepções alternativas consistem em ideias dos alunos que estão em desacordo com que é aceito atualmente pela comunidade científica (BOO, 1998). Segundo esse modelo é preciso conhecer as concepções alternativas dos alunos para em seguida provocar a mudança conceitual através da introdução de conflitos cognitivos.

Um conflito cognitivo é gerado quando o aluno entra em contato com algum fenômeno e percebe que as suas concepções são inconsistentes ou até mesmo insuficientes para explicar esse fenômeno. Dessa maneira, o estudante tende a buscar e pesquisar informações objetivando minimizar o conflito cognitivo gerado, e através dessa busca pelo conhecimento a mudança conceitual se processa. Esse modelo de ensino está orientado de acordo com os pressupostos teóricos construtivistas incorporando alguns elementos da Teoria da Equilibração de Piaget (1976). De acordo com essa teoria é preciso promover a desequilibração e posteriormente a reequilibração das estruturas cognitivas dos estudantes. Nesse sentido, a desequilibração é ocasionada quando o conflito cognitivo é introduzido, enquanto que a reequilibração ocorre quando esse conflito é superado. O estado de reequilibração é superior ao estado de equilíbrio anterior, pois durante a reequilibração as estruturas cognitivas são reorganizadas para incorporar novos conhecimentos a fim de que o conflito cognitivo seja solucionado (PIAGET, 1976).

No modelo de ensino por mudança conceitual é fundamental identificar as concepções alternativas dos estudantes. Essas concepções podem originar-se de várias formas. De acordo com Pozo e Crespo (2009) as concepções alternativas

possuem três origens distintas: sensorial, cultural e escolar. As de origem sensorial surgem a partir da tentativa de dar significado aos fenômenos do cotidiano e baseiam-se essencialmente em experiências sensoriais e preceptivas. As concepções alternativas de origem cultural surgem a partir da interação com os meios de comunicação e a cultura compartilhada socialmente. As de origem escolar surgem a partir das analogias e modelos elaborados pelos professores ou pelos próprios alunos no processo de aprendizagem dos conhecimentos científicos.

Apesar de seu relativo êxito quando surgiu, esse modelo recebeu inúmeras críticas devido às dificuldades em promover a mudança conceitual nos alunos. Driver (1988) afirma que as concepções alternativas possuem uma grande estabilidade e são resistentes às mudanças, persistindo até mesmo após o ensino formal. De acordo com Machado (1999) as pesquisas que propunham acompanhar a ocorrência de mudança conceitual em função de um processo de ensino constataram que a mudança conceitual não era percebida na intensidade que se imaginava. Dessa forma, a estabilidade e a resistência das concepções alternativas consistiram em entraves sérios que o modelo de ensino por mudança conceitual enfrentou. Além disso, foi percebido que quando ocorria alguma mudança nas concepções, era apenas conceitual, no entanto, uma verdadeira mudança exige também mudanças metodológicas e atitudinais (PERALES, 2000; POZO e CRESPO, 2009).

Nesse modelo de ensino, a função da resolução de problemas consiste em introduzir conflitos cognitivos nos alunos. Ao deparar-se com o problema que deve causar o conflito cognitivo, os alunos deverão buscar meios para resolvê-los e assim diminuir a tensão causada pelo conflito cognitivo gerado, no entanto, para que isso ocorra é preciso que conflito seja percebido pelos estudantes. Ao buscar informações de origem científica para resolver problemas, os alunos terão que mobilizar seus recursos cognitivos e atuarem de forma ativa na construção dos seus conhecimentos. Através dessa postura atuante dos alunos é que a aprendizagem se processa. No modelo de ensino por mudança conceitual os problemas podem ser considerados o ponto de partida para o desencadeamento dos conflitos cognitivos nos alunos, a percepção e a posterior superação desses conflitos, resulta em um estado de apropriação de conhecimentos novos que foram construídos a partir da substituição das concepções alternativas por concepções aceitas pela comunidade científica.

#### 2.1.4 O modelo de ensino por investigação e a resolução de problemas

O modelo de ensino por investigação surgiu a partir da década de 80 apoiado em alguns pressupostos teóricos construtivistas de ensino e aprendizagem, no entanto, diferencia-se significativamente do ensino por mudança conceitual partindo da concepção de que é necessário construir não só novos conceitos científicos, mas também é preciso mudanças procedimentais e atitudinais (POZO e CRESPO, 2009). Esse modelo de ensino baseia-se na resolução de situações-problema pelos alunos trabalhando em pequenos grupos sob a orientação do professor (GIL-PÉREZ, et al, 1988). Nesse modelo de ensino são utilizadas situações-problema para desencadear a abordagem dos conteúdos. De acordo com Meirieu (1998) uma situação-problema:

Uma situação-problema corresponde a uma situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. Tal aprendizagem que constitui o verdadeiro objetivo da situação-problema, se dá quando o sujeito transpõe o obstáculo na realização da tarefa (MEIRIEU, 1998).

A definição de Meirieu para o termo 'situação-problema' admite que existe um obstáculo no enunciado a ser transposto pelo aluno, ou seja, a situação-problema não pode ser solucionada de forma imediata, exigindo que se faça uma reflexão sobre quais procedimentos podem ser utilizados para chegar a uma solução. Além disso, é preciso de motivação para buscar os conhecimentos necessários para que a situação-problema seja resolvida de forma satisfatória. Essas duas características, obstáculo e motivação, conferem ao termo 'situação-problema' a mesma conotação do termo 'problema'. Segundo Oñorbe e Sánchez (1996) para existir um problema, deve haver uma questão para resolver, certo grau de motivação para buscar uma solução e não deve ser evidente uma estratégia que solucione o problema de forma imediata. Essa é a concepção de 'problema' que é assumida nesta pesquisa. No entanto, outros pesquisadores adotam outra perspectiva para os termos 'problema' e

‘situação-problema’. De acordo com Núñez e Silva (2002) uma ‘situação-problema’ representa um estado inicial de dificuldade intelectual (desconhecido) e ‘problema’ seria o reconhecimento desse estado de dificuldade intelectual que impulsiona o aprendiz em busca da solução (procurado).

No modelo de ensino por investigação os alunos trabalham de forma cooperativa na resolução de situações-problema que são propostas pelo professor de acordo com os conteúdos que estão sendo abordados em sala de aula. A resolução da situação-problema implica no envolvimento dos alunos na construção de seus conhecimentos, nesse processo, o professor atua como um orientador no que se refere a direcionar os alunos no sentido de solucionar a situação-problema de forma adequada e reencaminhando os estudantes que porventura tenham se desviado do percurso da resolução.

Esse modelo de ensino sugere a adoção de alguns procedimentos a serem seguidos, nesse sentido foram desenvolvidas algumas propostas, no entanto a mais difundida na literatura é a proposta por Gil-Pérez, et al, (1988). De acordo com Gil-Pérez, et al, (1988) o modelo de ensino por investigação pode ser desenvolvido a partir da sequência de passos mostrada a seguir.

**Quadro 1.** Passos e objetivos didáticos na proposta de ensino por pesquisa dirigida (GIL PÉREZ, et al, 1988).

| <b>Passo</b>   | <b>Objetivo</b>  |
|--|--|
| 1. Considerar qual pode ser o interesse da situação-problema abordada;                 | Motivar os alunos a resolver a situações-problema;                                     |
| 2. Começar por um estudo qualitativo da situação-problema;                             | Resolver a situação-problema de acordo com a sua complexidade;                         |
| 3. Emitir hipóteses fundamentadas sobre a situação-problema;                           | Realizar inferências sobre as reais condições da situações-problema;                   |
| 4. Elaborar e explicar possíveis estratégias de resolução antes de executá-las;        | Estimular a criatividade dos alunos para resolver a situação-problema;                 |
| 5. Realizar a resolução verbalizando ao máximo e fundamentando cada tomada de decisão; | Refletir e discutir se as decisões tomadas favorecem a resolução da situação-problema; |
| 6. Analisar cuidadosamente os resultados à luz das hipóteses elaboradas;               | Avaliar se a solução obtida é coerente;  |
| 7. Considerar as novas perspectivas abertas pela investigação realizada;               | Analisar a solução obtida sob diversos pontos de vista;                                |
| 8. Elaborar uma memória que explique todo o processo de resolução.                     | Sistematizar os conhecimentos advindos da resolução da situação-problema.              |

Essa sequência de passos não deve ser entendida como uma proposta rígida e inflexível, mas antes como uma possível estratégia de aplicação desse modelo de ensino. Esse modelo de ensino defende que os alunos devem ser inicialmente confrontados com situações-problema, abertas e contextualizadas, as quais deverão ser resolvidas, preferencialmente, em grupo sob a orientação do professor (CASTRO, et al, 1994; GIL-PÉREZ, et al, 1992). Para resolver as situações-problema propostas os alunos terão que usar a sua criatividade em busca de meios eficientes que garantam a sua resolução. Essa resolução pode envolver diferentes procedimentos tais como: pesquisa de informações, execução de experimentos, consulta a especialistas, etc.

Apesar de ser um modelo de ensino relativamente bem sucedido, o modelo de ensino por investigação vem recebendo nos últimos tempos diversas críticas (POZO e CRESPO, 2009). As críticas mais contundentes a esse modelo de ensino referem-se ao nível de exigência do corpo docente e ao tempo necessário para desenvolver os conteúdos. Em relação ao corpo docente, são necessárias várias habilidades e competências profissionais, (as quais os professores não estão acostumados a mobilizar, tais como: capacidade de planejamento de investigações, desenvolvimento de atividades experimentais de caráter investigativo, elaboração de unidades didáticas interdisciplinares, confecção de sequências didáticas contextualizadas, etc.) para que esse modelo de ensino seja desenvolvido de forma satisfatória (CAMPANARIO e MOYA, 1999). Quanto ao tempo, é consenso entre os educadores que estratégias didáticas mais elaboradas exigem mais tempo que as adotadas tradicionalmente, no entanto, é preciso realizar alguns ajustes no currículo para que essas estratégias sejam realizadas com maior frequência, sem causar prejuízos quanto aos conteúdos.

O modelo de ensino por investigação busca aproximar as atividades didáticas daquelas desenvolvidas pelos cientistas. Essa aproximação proporciona aos alunos visões mais adequadas da Ciência no que se refere ao trabalho dos cientistas. Enquanto realizam as investigações propostas pelo professor, os estudantes tem a oportunidade de vivenciar alguns aspectos do mundo científico tais como: (i)-realizar experimentos; (ii)- emitir hipóteses; (iii)- coletar dados; (iv)- interpretar resultados; etc. Essas atividades típicas do mundo científico incorporadas ao cotidiano escolar podem contribuir para a alfabetização científica dos alunos e para minimizar

algumas concepções inadequadas em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2011).

Nesse modelo de ensino, a resolução de problemas ocupa uma posição de destaque, pois todas as atividades desenvolvidas em sala de aula se relacionam com a resolução de situações problemáticas teóricas ou práticas as quais os alunos terão que buscar soluções (POZO e CRESPO, 2009). No entanto, é necessário que as situações-problema propostas pelo professor estejam adequadas ao nível cognitivo dos alunos, de forma que eles sintam-se motivados a mobilizar seus conhecimentos para solucioná-las. No modelo de ensino por investigação a resolução de problemas é utilizada com o objetivo de envolver os alunos na realização de uma investigação. Nesse sentido, a atividade didática aproxima-se da atividade científica, tendo em vista que os alunos estão envolvidos na realização de uma investigação que busca solucionar uma situação-problema, assim como ocorreu e ainda ocorre nas descobertas do mundo científico.

#### 2.1.5 O modelo de ensino por problemas e a resolução de problemas

O modelo de ensino por problemas surgiu segundo Branda (2009), no final da década de sessenta, na Escola de Medicina da Universidade de McMaster no Canadá. O surgimento desse modelo foi ocasionado, em parte, pela insatisfação de alunos e professores do Curso de Medicina em relação à falta de articulação entre as disciplinas teóricas e práticas (MAMEDE, 2001). Esse modelo de ensino no exterior é chamado de Problem Based Learning (PBL) e no Brasil a sua designação é Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). A ABP é essencialmente uma metodologia de ensino-aprendizagem caracterizada pelo uso de problemas da vida real para estimular o desenvolvimento do pensamento crítico, das habilidades de solução de problemas e a aquisição de conceitos fundamentais da área em questão (RIBEIRO, 2010). Na ABP os problemas são resolvidos em grupo pelos alunos sob a supervisão do professor que atua como um facilitador da aprendizagem.

O uso de problemas como princípio para a aprendizagem fica claro nas obras do psicólogo americano Jerome Bruner e do filósofo, também americano, John Dewey (PENAFORTE, 2001). Bruner e Dewey foram defensores do uso da experimentação como forma de resolver problemas com a finalidade de gerar

aprendizagem. Devido ao seu sucesso na formação de profissionais no campo da saúde, a ABP se espalhou pelo mundo e vem obtendo êxito nos contextos nos quais tem sido adotada. Atualmente a ABP é utilizada em cursos de graduação e pós-graduação das mais diversas áreas do conhecimento: engenharia, geologia, enfermagem, pedagogia, administração, arquitetura, economia, psicologia, etc. (DOCHY, et al, 2003; RIBEIRO, 2010).

Segundo Mamede (2001) existe certo consenso entre alguns pesquisadores desse modelo de ensino sobre quais são os requisitos essenciais de uma intervenção didática a partir dos pressupostos da ABP. Os pesquisadores afirmam que a ABP deve ser vista como um modelo de ensino solidamente estruturado e fundamentado e não como apenas um método de ensino que pode ser adotado de forma isolada em algumas partes do currículo. Quando se trabalha com a ABP é preciso colocar os problemas como o ponto de partida para a aprendizagem, a partir deles é que são desenvolvidos todos os conteúdos a serem trabalhados a partir da postura ativa dos alunos.

A utilização da ABP vem sendo bastante discutida nos últimos tempos e ainda não existe um consenso em relação a uma estratégia única de utilização desse modelo de ensino (MAMEDE, 2001), portanto, as sequências didáticas na ABP podem ser desenvolvidas de diferentes modos dependendo das condições do ambiente educacional. O quadro 2 a seguir traz os passos para a realização de uma intervenção didática de acordo com os aportes teóricos da ABP segundo Schmidt (1983).

**Quadro 2.** Passos e ações desenvolvidas na aplicação de uma estratégia ABP (SCHMIDT, 1983).

| <b>Passos</b>  | <b>Ações</b>   |
|--|--|
| 1º. Esclarecer termos e expressões no texto do problema.                             | Esclarecimento de todos os termos presentes no enunciado do problema.  |
| 2º. Definir o problema.  | Estabelecer quais as informações ou meios necessários para solucionar o problema.                              |
| 3º. Analisar o problema.   | Propor soluções para o problema de acordo com os próprios conhecimentos (brainstorm).                          |
| 4º. Sistematizar a análise e hipóteses de explicação, ou solução do problema.        | Sistematizar as soluções propostas no passo anterior e elaborar um plano de aplicação de uma possível solução. |
| 5º. Formular os objetivos de aprendizagem.   | Estabelecer quais conhecimentos são necessários aprender para solucionar o problema.                           |
| 6º. Identificar fontes de informação e adquirir novos conhecimentos individualmente. | Identificar os recursos necessários para adquirir os conhecimentos para solucionar o problema.                 |
| 7º. Sintetizar conhecimentos e revisar hipóteses iniciais para o problema.           | Apresentar uma solução para o problema de acordo com os conhecimentos adquiridos nos passos anteriores.        |

De acordo com o quadro 2 a proposta de aplicação da ABP é formada por sete passos que incluem seis momentos de estudo e discussão em grupo e um momento de estudo individual para os componentes. De forma geral, os cinco primeiros passos correspondem às etapas iniciais e podem ser realizadas no primeiro encontro do grupo quando o problema é proposto em sala de aula. O sexto passo corresponde a um momento de estudo individual em que cada membro do grupo tem o compromisso de buscar as informações necessárias para resolver o problema. O sétimo passo corresponde ao momento em que os conhecimentos de todos os membros do grupo são sistematizados e então é elaborada uma solução única para o problema que contenha a contribuição de todos os componentes.

Durante o desenvolvimento de estratégias didáticas baseadas na ABP pode ser necessário priorizar alguns pontos do currículo ou até mesmo ocorrer reformulações em função das características do ambiente educacional, tendo em vista que os conteúdos abordados dessa forma requerem mais tempo para serem trabalhados. O delineamento de um currículo é um processo fundamental para o

sucesso de um curso em qualquer modelo de ensino e na ABP esse processo é crucial (TOMAZ, 2001). Em um currículo baseado na resolução de problemas alguns aspectos são essenciais tais como: os conteúdos, os problemas, os objetivos, os recursos didáticos, as estratégias de ensino-aprendizagem e as avaliações (BARELL, 2007). O estabelecimento de um currículo adequado é uma condição promissora para a implantação da ABP, porém, não garante que ela seja bem sucedida.

O modelo de ensino por problemas possui algumas características semelhantes ao modelo de ensino por Investigação Dirigida, contudo, eles diferem em vários pontos. A ABP possui características metodológicas próprias em relação a sua aplicação em sala de aula, ao delineamento do currículo e aos objetivos didáticos. A ABP tem como objetivo a aprendizagem dos alunos através da resolução de problemas enquanto que no modelo de ensino por pesquisa dirigida tem como objetivo a aprendizagem dos alunos a partir de atividades investigativas de caráter científico. A diferenciação entre esses modelos de ensino é complexa, eles diferem principalmente do ponto de vista metodológico, em termos das ações do professor e dos alunos durante a resolução de problemas. No modelo de ensino por Pesquisa Dirigida os alunos atuam juntamente com o professor no desenvolvimento de uma investigação científica vinculada aos conteúdos escolares. Na ABP não existe a obrigatoriedade que as investigações sigam a um modelo investigativo, além disso, o professor atua de maneira mais discreta durante a resolução de problemas, realizando a avaliação formativa, quando necessário, e após a resolução o promovendo a sistematização dos conhecimentos que foram produzidos durante o processo de resolução.

Os problemas na ABP representam um aspecto bastante relevante para o sucesso desse modelo de ensino, visto que, todos os conteúdos são desenvolvidos a partir da resolução de problemas. É importante que os problemas estejam relacionados com algum aspecto da realidade dos alunos para que eles sintam-se motivados para buscar soluções adequadas. No entanto, elaborar problemas, não é algo simples (SANTOS, et al, 2005), antes requer criatividade e conhecimento sobre o tema e sobre os alunos que serão envolvidos no processo de resolução. Na ABP é necessário explorar outras dimensões que não só a conceitual, durante a resolução de problemas, nesse sentido, é preciso também explorar as implicações sociais, políticas, ambientais, etc.

### 2.1.6 Algumas considerações

Nessa breve descrição dos principais modelos de ensino utilizados ao longo do tempo no Ensino de Ciências o objetivo principal foi apresentar algumas características desses modelos e descrever a função didática da resolução de problemas. É importante ressaltar que esses modelos possuem aspectos positivos e negativos, cabendo aos professores decidir quais modelos adotar em sua prática docente. Observa-se que em cada um deles a resolução de problemas estava presente cumprindo determinados objetivos didáticos. A seguir o quadro 3 resume a função da resolução de problemas nos modelos de ensino apresentados anteriormente.

**Quadro 3.** Funções da resolução de problemas nos modelos de ensino.

| <b>Modelo de Ensino</b>       | <b>Função da resolução de problemas</b>  |
|-------------------------------|--|
| <b>Tradicional</b>            | Testar e avaliar a aprendizagem dos estudantes.  |
| <b>(Re)Descoberta</b>         | Motivar os alunos na redescoberta de leis e teorias científicas através da realização de pesquisas e execução de experimentos.                             |
| <b>Mudança Conceitual</b>     | Introduzir conflitos cognitivos nos alunos que os levem a substituir as suas concepções alternativas por concepções corretas do ponto de vista científico. |
| <b>Investigação</b>           | Orientar a pesquisa em busca da resolução de situações problemáticas abertas de caráter qualitativo, quantitativo ou experimental.                         |
| <b>Resolução de Problemas</b> | Ponto de partida para a aprendizagem, todos os conteúdos são desenvolvidos a partir da resolução de problemas.   |

De acordo com o exposto, a resolução de problemas corresponde a uma atividade presente nas salas de aula desde as primeiras escolas desempenhando funções diferentes, isso aponta para a importância dessa atividade para a aprendizagem dos alunos em relação aos conteúdos escolares e para o desenvolvimento cognitivo em seus diversos aspectos. A seguir serão discutidas as principais características do processo de resolução de problemas.

## 2.2 Resolução de problemas: principais características

A resolução de problemas consiste em uma atividade didática importante no contexto escolar, no entanto, é necessário observar se essa atividade está sendo realizada de forma satisfatória, de modo que, os estudantes possam ser beneficiados por ela. Para isso, é necessário que professores e alunos conheçam as principais diferenças entre problemas e exercícios bem como as suas funções didáticas. Segundo Pozo e Crespo (2009) algumas atividades em sala de aula são denominadas de 'resolução de problemas' quando na verdade são apenas 'exercícios'. Isso torna evidente a falta de esclarecimento de professores e alunos em relação a estes termos. A seguir serão exploradas algumas definições e distinções entre problemas e exercícios de acordo com algumas investigações do campo da Didática das Ciências.

### 2.2.1 Os conceitos de problema e de exercício

A discussão sobre uma definição para o termo 'problema' ainda está aberta campo da Didática das Ciências. Segundo Lopes (1994) a noção do termo 'problema' é complexa e depende, sobretudo, da perspectiva teórica com a qual se olha para esse conceito. Em relação ao termo 'exercício' observa-se que ele é entendido como uma atividade didática que permite a prática de habilidades instrumentais básicas que inclusive podem ser mobilizadas para a resolução de problemas complexos (ECHEVERRÍA e POZO, 1998). De acordo com Lopes (1994) os problemas possuem algumas características: obstáculo (dispositivo que impede a resolução do problema de forma imediata), relevância (a resolução representar um progresso importante) e vontade (despertar o interesse na resolução).

Segundo Echeverría e Pozo (1998) uma situação somente pode ser concebida como um problema na medida em que não se disponha de procedimentos automáticos que permitam solucioná-la de forma mais ou menos imediata, sem exigir, de alguma forma, um processo de reflexão ou uma tomada de decisão sobre a sequência de passos a serem seguidos. Para Perales (2000) um problema constitui, pois, uma situação incerta que provoca em quem a padece uma

conduta (resolução do problema) tendente a encontrar a solução (resultado esperado) e reduzir desta forma a tensão inerente a essa incerteza.

De acordo com Gonçalves, et al, (2007) um problema exige uma explicação coerente a um conjunto de dados relacionados dentro de um contexto determinado, além disso, admite diversos caminhos para chegar à solução e/ou à várias soluções, geralmente se conhece bem o objetivo, porém não é evidente o caminho para quem o resolve, enquanto que um exercício implica apenas aplicar um algoritmo de forma mais ou menos mecânica, conhecendo antecipadamente o caminho que é preciso seguir para chegar ao resultado esperado que em geral é uma solução única. Perales (2000) e Gonçalves, et al, (2007) corroboram a visão de que um problema é uma situação que gera a quem a resolve, algum tipo de conflito ou incerteza, e mobiliza uma conduta que tende a reestabelecer a situação de equilíbrio perdida.

Para Echeverría e Pozo (1998) um problema se diferencia de um exercício, na medida em que, neste último, são disponibilizados e utilizados mecanismos que levam de forma imediata à solução. Por esse motivo, é possível que uma mesma situação represente um problema para uma pessoa, enquanto que, para outra esse problema não exista, quer porque ela não se interesse pela sua resolução, quer porque ela possua mecanismos para resolvê-lo de forma automática. Ainda segundo esses autores, a resolução de exercícios baseia-se em habilidades sobreaprendidas, ou seja, em habilidades que já foram transformadas em rotina em função da prática. Dessa forma, um problema ao ser resolvido várias vezes torna-se um exercício.

A resolução de exercícios pelos alunos constitui uma atividade didática importante para a aprendizagem, no entanto, não se pode focar apenas nesse tipo de atividade. Os exercícios devem ser usados de forma integrada aos problemas contribuindo para o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Dessa forma, é preciso que os exercícios sejam utilizados com a finalidade de exercitar as habilidades instrumentais básicas que podem ser mobilizadas, inclusive, para a resolução de problemas. Em geral, a resolução de exercícios visa o desenvolvimento de alguns conteúdos procedimentais que são importantes para os alunos, enquanto que a resolução de problemas objetiva a aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (PERALES, 2000). De acordo com Echeverría e Pozo (1998) embora que os exercícios permitam consolidar algumas habilidades instrumentais básicas, essas atividades não devem ser confundidas com a resolução

de problemas, que exige o uso de estratégias, tomada de decisões sobre o processo a ser seguido, etc.

É importante destacar que o termo problema é idiossincrático, ou seja, um enunciado pode representar um problema para uma pessoa, enquanto que para outra, o mesmo enunciado pode representar apenas um exercício. Apesar disso, alguns autores (GONÇALVES, et al, 2007) apontam algumas características pertinentes aos problemas e aos exercícios, conforme o quadro 4 a seguir:

**Quadro 4.** Características dos problemas e dos exercícios (GONÇALVES, et al, 2007).

| <b>Problemas</b>   | <b>Exercícios</b>   |
|--|---|
| A estratégia para solução é desconhecida.  | A estratégia para a solução é conhecida.  |
| Existem várias estratégias para chegar à solução.  | Existe apenas uma estratégia para chegar à solução.                                   |
| Possui várias soluções.  | Possui uma única solução.   |
| É de resolução mais complexa por envolver vários conteúdos.  | É de fácil resolução por envolver poucos conteúdos.                                   |
| Implica a aplicação e combinação de várias habilidades instrumentais básicas de forma contextualizada. | Implica apenas a aplicação de habilidades instrumentais básicas sem contextualização. |
| É preciso a apropriação do problema e motivação para efetuar a resolução.                              | Não é preciso a apropriação para efetuar a resolução.                                 |

O quadro 4 apresenta algumas características dos problemas e dos exercícios, no entanto, essas características, não definem de forma rígida o que são problemas ou exercícios, tendo em vista o caráter idiossincrático que o termo 'problema' representa. A diferenciação entre esses termos é mais clara do ponto de vista metodológico, nesse sentido, as ações realizadas por quem resolve é que determinam se o enunciado corresponde a um problema ou a um exercício.

Os enunciados de problemas e exercícios podem ser alterados de acordo com os objetivos didáticos que se espera atingir, sendo possível através de algumas operações, transformar problemas em exercícios e exercícios em problemas (LOPES, 1994). Em geral, um exercício é transformado em um problema: (i)- acrescentando informações, dados ou regras que são irrelevantes para a resolução; (ii)- diminuindo informações, dados ou regras que são relevantes para a resolução; (iii)- simulando condições hipotéticas de resolução; (iv)- contextualizando o

enunciado com elementos da realidade do aluno. A transformação de um problema em um exercício pode ocorrer através das seguintes operações: (i)- deixando o enunciado apenas com os dados que são necessários para a resolução; (ii)- fixando as condições de resolução para todos os enunciados; (iii)- descontextualizando o enunciado colocando apenas elementos teóricos.

Os problemas apresentam diversas formas e enunciados que exigem a execução de diferentes estratégias de resolução, dessa forma, eles podem ser classificados em várias categorias conforme será discutido a seguir.

### 2.2.2 Classificação dos problemas no Ensino de Ciências

Diversos autores apresentam classificações para os problemas (PERALES, 1993, 1998, 2000; LOPES, 1994; GONÇALVES, et al, 2007; POZO e CRESPO, 2009). Segundo Echeverría e Pozo (1998) as formas de classificação para os problemas podem obedecer a diferentes critérios, tais como: área a qual pertencem, aos conteúdos aos quais se referem, ao tipo de procedimento seguido para a resolução, etc. Apesar dessa variedade de classificação, uma das mais pertinentes classificações para os problemas foi realizada por Perales (2000). Esse autor classifica os problemas de acordo com quatro parâmetros: (i)- campo de conhecimento (Química, Física, Biologia, Matemática, etc.); (ii)- tarefa requerida para a resolução (qualitativos, quantitativos, experimentais); (iii)- número de soluções (aberto, fechado); (iv)- procedimento seguido na resolução (exercícios, algorítmicos, heurísticos, criativos).

Em relação ao campo de conhecimento, os problemas são classificados, de acordo com Perales (2000), em função da área de conhecimento a qual pertencem: Física, Biologia, Química, História, Geografia, Matemática, etc. As características próprias dessas áreas irão definir de que forma os problemas serão explorados, além de, influenciar na estrutura do enunciado e nos procedimentos necessários para a sua resolução (ECHEVERRÍA e POZO, 1998). Geralmente os problemas relacionados às Ciências Humanas e Sociais, devido às características próprias dessas áreas, possuem um número significativo de soluções que dependem da extensão do problema (CASTILLO, 1998) o que pode causar dificuldades de avaliação em relação às soluções obtidas. Nas Ciências Naturais e Matemática, os

problemas mais comuns são os que envolvem a quantificação de grandezas, no entanto, problemas de natureza teórica são excelentes para a compreensão dos fenômenos naturais e fundamentais para que os problemas numéricos sejam compreendidos e resolvidos de forma consciente pelos alunos.

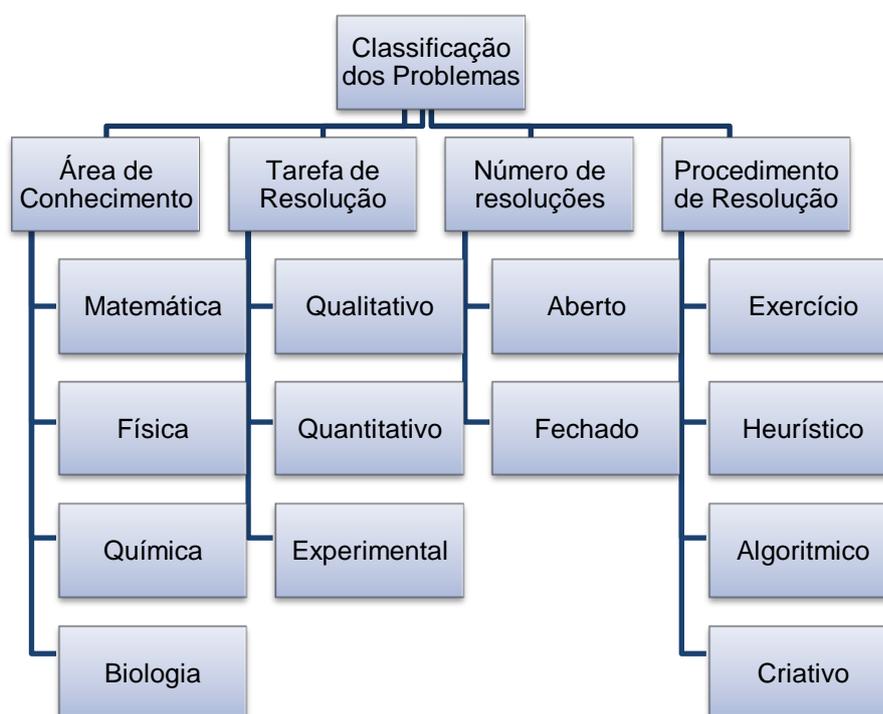
No que se refere à tarefa requerida para a resolução, de acordo com Perales (2000), os problemas que envolvem a explicação qualitativa dos fenômenos são denominados qualitativos, ao passo que, os problemas que envolvem a quantificação de grandezas utilizando cálculos numéricos são denominados quantitativos. Os problemas que para a sua resolução dependem da realização de experimentos são denominados experimentais. Essas características da tarefa podem ser utilizadas simultaneamente na resolução de um problema, desde que o enunciado exija soluções qualitativas, quantitativas e experimentais. Essas tarefas não são excludentes, mas complementares. A abordagem de diversos problemas podem exigir um, dois ou esses três procedimentos na resolução. É pertinente que o professor utilize diferentes problemas que exijam distintas tarefas de resolução, de forma que os alunos mobilizem diferentes estratégias, adquirindo dessa maneira uma variedade de habilidades e estratégias para a resolução de problemas.

Os problemas de acordo com o número de soluções podem ser classificados segundo Perales (2000) em abertos ou fechados. Se um problema admite mais de uma solução ele é classificado como um problema aberto, porém, se ele admitir apenas uma solução única ele é classificado como um problema fechado. Geralmente os problemas abertos permitem que os alunos solucionem os problemas de maneira criativa, proporcionando abertura para que diferentes soluções sejam discutidas e julgadas a sua pertinência. Os problemas fechados não permitem a discussão entre diferentes respostas, tendo em vista que a solução é única, no entanto, esse tipo de problema pode admitir diferentes percursos metodológicos para chegar à solução. Dessa forma, é possível que os alunos adotem procedimentos diferentes para chegar à mesma solução. Isso abre margem para uma discussão sobre os percursos realizados para chegar à mesma solução, ressaltando-se que, chegar a uma mesma solução por caminhos diferentes não significa que esses caminhos estão necessariamente corretos.

Na resolução de problemas podem ser utilizados diferentes procedimentos para chegar à solução, nesse sentido, os problemas também podem ser classificados de acordo com esses procedimentos (PERALES, 2000). Quando a

resolução implica apenas na aplicação direta de um algoritmo, esse enunciado é classificado como um exercício, ou seja, exercícios são considerados como um tipo de problema fechado (FREIRE e SILVA, 2013), outras características dos exercícios já foram discutidas anteriormente. Um problema algorítmico é caracterizado quando o processo de resolução implica em uma sequência de operações fechadas que resultam na solução desejada. Um problema heurístico é aquele que exige uma estratégia de resolução, exigindo reflexão e planejamento. Um problema criativo exige a adoção de estratégias de resolução que não seguem a nenhum padrão pré-determinado.

A seguir encontra-se a figura 1 apresenta a classificação para os problemas no Ensino de Ciências segundo Perales (2000).



**Figura 1.** Classificação dos tipos de problemas (PERALES, 2000).

A literatura aponta diversos tipos de problemas que podem ser utilizados no sentido de proporcionar a aquisição de diversas habilidade e competências nos alunos, além de permitir desenvolvimento de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais. É fundamental que os professores utilizem diversos

tipos de problemas, de forma a permitir que os estudantes possam entrar em contato com distintos procedimentos de resolução e enriqueçam o seu repertório de estratégias para a resolução de problemas. A seguir serão discutidas algumas contribuições da resolução de problemas para o Ensino de Ciências.

### 2.2.3 Contribuições da resolução de problemas para o Ensino de Ciências

A resolução de problemas é uma atividade didática importante no cotidiano escolar, pois permite abordar os conteúdos escolares a partir de uma perspectiva de ensino e aprendizagem diferenciada. Segundo a literatura, a resolução de problemas apresenta algumas contribuições significativas para o Ensino de Ciências, tais como: aproxima o trabalho escolar do científico, contribui para a formação de cidadãos alfabetizados cientificamente, aumenta a autoestima, aproxima a escola do cotidiano, promove a participação nas aulas, contribui para melhorar a expressão oral e escrita, ajuda o aluno a se posicionar diante de problemas reais, facilita a integração de conteúdos, facilita a apropriação do saber, estimula a imaginação e permite uma maior integração social (GONÇALVES, et al, 2007).

Em relação à aproximação entre o trabalho escolar e o científico, é pertinente ressaltar que a resolução de problemas escolares pode aproximar-se do trabalho científico desde que seja realizada sob condições que favoreçam o surgimento de atitudes científicas e visões adequadas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico. Nesse sentido, a resolução de problemas pode contribuir no sentido de minimizar algumas visões inadequadas do trabalho científico, tais como: visão empírico-indutivista e atórica, visão rígida (algorítmica, exata, infalível, etc.), visão aproblemática e ahistórica, visão analítica, visão acumulativa de crescimento linear, visão individualista e elitista e visão socialmente neutra (GIL-PÉREZ, et al, 2001). Do ponto de vista epistemológico, existem teorias que defendem que a Ciência avança através da resolução de diversos tipos de problemas (LAUDAN, 2011).

O trabalho com a resolução de problemas pode permitir que os alunos aumentem a sua autoestima, pois ao final da resolução de um problema eles se sentirão motivados a resolver outros tipos de problema. Além disso, a resolução de problemas contextualizados aproxima a escola do cotidiano dos alunos, pois eles podem estar em contato com problemas reais que podem estar inseridos no seu dia-

a-dia. A resolução de problemas permite ainda uma maior participação nas aulas, tendo em vista que, durante o processo de resolução os alunos devem ter espaço para discutir as suas ideias com outros alunos e com o professor, favorecendo uma maior integração social. Nesse sentido, a verbalização das respostas e dos procedimentos realizados na resolução de problemas contribui para melhorar a expressão oral dos alunos, enquanto que a expressão formal da solução do problema (respostas escritas, pesquisas bibliográficas, relatórios, fichas de observação, etc.) permite que os alunos melhorem a sua expressão escrita.

A resolução de problemas ainda permite que os alunos possam posicionar-se diante de problemas reais que exijam deles a tomada de decisões. Quando os alunos são estimulados na escola a resolver problemas utilizando-se de diferentes estratégias eles possivelmente terão uma maior probabilidade de mobilizar seus conhecimentos e estratégias na resolução de problemas reais. A resolução de problemas permite a aquisição de diferentes habilidades e competências que podem ser importantes não só para a resolução de problemas escolares, mas também de problemas reais (SANTOS e SCHNETZLER, 2010).

Os problemas geralmente envolvem vários conteúdos que podem pertencer a diferentes disciplinas, permitindo que esses conteúdos sejam integrados durante a resolução, a qual pode ser realizada de forma interdisciplinar. Dessa maneira, a resolução de problemas facilita a apropriação de diferentes saberes pelos alunos. Alguns tipos de problemas permitem que os alunos desenvolvam o pensamento criativo em busca de sua solução. De acordo com Garret (1988) resolver problemas constitui uma ação do pensamento criativo.

As vantagens advindas da resolução de problemas devem ser exploradas durante as aulas pelos professores no sentido de proporcionar aos alunos os seus benefícios. No entanto, o trabalho com problemas no Ensino de Ciências apresenta algumas dificuldades que serão exploradas a seguir.

## 2.2.4 Dificuldades da resolução de problemas no Ensino de Ciências

O trabalho com problemas em sala de aula apresenta algumas dificuldades que devem ser superadas para que essa atividade contribua de forma significativa para a aprendizagem. Em relação aos estudantes, a principal dificuldade se refere à postura frente às atividades escolares, pois, em geral os alunos estão acostumados a se comportar de forma passiva colocando toda a responsabilidade pela aprendizagem sobre o professor. A resolução de problemas requer uma maior participação dos estudantes, maior esforço intelectual, responsabilidade, além de um ritmo de trabalho constante (GONÇALVES, et al, 2007). Geralmente, os alunos estão habituados a resolver exercícios em sala de aula e quando se deparam com verdadeiros problemas não sabem como proceder.

É necessário que os alunos assumam uma postura mais ativa em relação à aprendizagem, através de ações voltadas para a resolução de problemas de forma criativa. O envolvimento dos alunos na resolução de problemas através de pesquisas e execução de experimentos são exemplos de atividades que podem ser utilizadas pelo professor no sentido de dar mais responsabilidade aos alunos na aquisição de conhecimentos. No entanto, para isso, os problemas devem ser estar adequados ao nível cognitivo dos alunos, ter um enunciado claro e sua resolução ser viável (GONÇALVES, et al, 2007).

Quanto aos professores, as maiores dificuldades no trabalho com problemas são: a tendência conservadora (prática didática relativa ao modelo de ensino Tradicional), a falta de informações sobre a resolução de problemas, a preocupação com o cumprimento do conteúdo programático, a exigência de maior esforço do docente, a exigência do trabalho interdisciplinar, a exigência de algumas competências profissionais que os docentes não estão habituados a mobilizar (GONÇALVES, et al, 2007). Além disso, as defasagens na formação inicial correspondem a um fator fundamental para a falta de conhecimentos de alguns professores sobre a resolução de problemas. A formação inicial deve contribuir para o docente no sentido de oferecer suporte teórico e metodológico para que ele utilize a resolução de problemas em sala de aula de forma adequada.

Essas dificuldades podem ser superadas a partir do momento em que os professores tomam consciência de que a resolução de problemas, quando utilizada de forma adequada, pode contribuir de forma significativa para a aprendizagem dos

alunos, além disso, é preciso transformar o modelo de ensino tradicionalmente empregado, nesse sentido, as escolas devem estimular a resolução de problemas de forma natural e cotidiana, é necessário criar uma cultura de resolução de problemas (BODNER e BHATTACHARYYA, 2005; CASTRO e ALEIXANDRE, 2000). A partir da criação dessa cultura, professores e alunos poderão superar com mais facilidade as dificuldades na resolução de problemas.

A resolução de problemas como uma atividade didática exige a avaliação, dessa forma, a seguir serão exploradas algumas concepções de avaliação que podem ser utilizadas para avaliar a aprendizagem dos alunos no processo de resolução de problemas.

#### 2.2.5 A avaliação da aprendizagem na resolução de problemas

Avaliar a aprendizagem dos alunos constitui um desafio constante, devido às responsabilidades dessa atividade. Apesar disso, esse procedimento é imprescindível em qualquer modelo de ensino e pode ser utilizado de forma a contribuir para melhorar a qualidade, tanto do ensino, quanto da aprendizagem. Diversos autores (LOPES, 1994; MEIRIEU, 1998; PERALES, 2000; GONÇALVES, et al, 2007) propõem algumas formas para realizar a avaliação quando se está trabalhando com problemas em sala de aula. No entanto, eles convergem no sentido de que a avaliação deve ser realizada de diversas formas e em diferentes momentos. Segundo Gonçalves, et al, (2007) a avaliação é um processo contínuo que possibilita o reconhecimento de acertos, mas também, a percepção de obstáculos que se opõem à construção da aprendizagem.

Meirieu (1998) e Gonçalves, et al, (2007) afirmam que a avaliação na resolução de problemas deve ser realizada de três formas distintas: avaliação diagnóstica (inicial), avaliação formativa e avaliação somativa. A avaliação diagnóstica consiste na avaliação inicial do processo de resolução de problemas e tem o objetivo de identificar as concepções prévias dos alunos e permitir ao professor avaliar o andamento de resolução. A avaliação formativa ocorre durante o processo de resolução de problemas com a finalidade de orientar os alunos de forma efetiva em direção à resolução do problema. A avaliação somativa deve ser realizada após todo o processo de resolução e tem o objetivo de analisar todo esse

processo do ponto de vista do professor e dos alunos, ou seja, ela avalia tanto o ensino, quanto a aprendizagem.

Além dessas três formas, Perales (2000) descreve outras duas formas de avaliar a resolução de problemas: a avaliação criterial e a avaliação do currículo. A avaliação criterial consiste em analisar se alguns critérios estabelecidos antes da resolução do problema foram atingidos de forma satisfatória, esses critérios são formulados antes da proposição do problema aos alunos. A avaliação do currículo conforme a proposta de Perales (2000) é um tipo de avaliação realizada pelo professor em relação aos conteúdos programáticos que constam no currículo. Esse tipo de avaliação permite analisar se os conteúdos programáticos estão sendo desenvolvidos na sequência e no tempo correto, de acordo com o planejamento escolar.

Segundo Lopes (1994) durante o trabalho com problemas é preciso avaliar também os seguintes aspectos: a construção de conhecimentos durante a resolução do problema, a capacidade de utilização dos conhecimentos prévios, a evolução do trabalho dos alunos com o tempo, a capacidade de transferência de conceitos e processos a outros contextos e a capacidade dos alunos de resolver problemas de forma correta e completa. De acordo com Gonçalves, et al, (2007) a resolução de problemas pode ser avaliada pelo professor ou pelos alunos. Cabendo ao professor avaliar os alunos de diferentes formas, ou seja, uma avaliação do tipo heterogênea. Aos alunos pode ser permitida a autoavaliação ou a avaliação por pares, na qual eles deverão apontar quais dificuldades foram identificadas no processo de resolução e como elas podem ser superadas.

Avaliar a resolução de problemas é uma tarefa complexa, pois exige acompanhar o processo de resolução em todas as suas etapas. Além disso, tanto a resposta obtida, quanto os procedimentos utilizados para chegar a ela devem ser analisados. A resolução de problemas exige que a avaliação seja realizada de forma diferente do que é praticado comumente na maioria dos ambientes escolares, geralmente, a prática de ensino tradicional avalia apenas a resposta final das respostas aos exercícios realizados pelos alunos. A seguir serão discutidas algumas relações entre a resolução de problemas e o Ensino de Química.

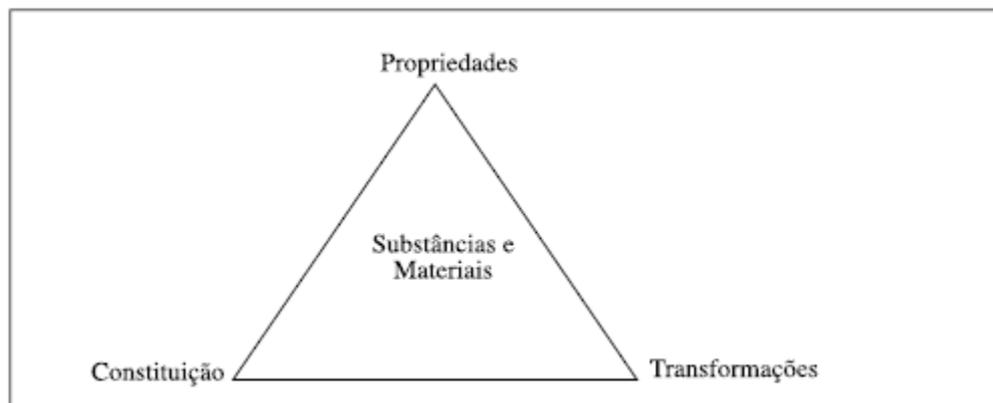
## 2.3 A resolução de problemas no ensino de Química

No Ensino de Ciências a resolução de problemas é uma atividade didática presente em um grande número de salas de aula. Particularmente no ensino de Química, essa atividade vem sendo pesquisada por muitos investigadores (LACERDA, et al, 2012, VERÍSSIMO e CAMPOS, 2011; GOI e SANTOS, 2009). Segundo Frazer (1982a) a resolução de problemas em Química é o processo de utilização de conhecimentos e habilidades químicas para preencher a lacuna entre o problema e a resolução. A lacuna entre o problema e a resolução consiste em um obstáculo que impede que o problema seja solucionado de forma imediata. Dessa forma, os alunos terão que mobilizar seus conhecimentos e habilidades para superar as dificuldades e resolver o problema.

De acordo com Santos e Schnetzler (2010) o objetivo central do ensino de Química para formar o cidadão é preparar o indivíduo para que ele compreenda e faça uso das informações químicas básicas necessárias para a sua participação efetiva na sociedade tecnológica em que vive. Nesse sentido, durante esta preparação, a resolução de problemas pode desempenhar um papel importante na formação dos cidadãos, tendo em vista que essa atividade favorece o desenvolvimento do pensamento criativo e a tomada de decisões (LOPES, 1994).

### 2.3.1 A resolução de problemas e os objetos de estudo da Química

A Química é a ciência que tem como objetos de estudo a constituição, as propriedades e as transformações das substâncias e dos materiais (MACHADO e MORTIMER, 2007). A resolução de problemas no ensino dessa disciplina pode ser desenvolvida de forma criativa, explorando e relacionando os conteúdos químicos de forma integrada, contextualizada e interdisciplinar. Através da resolução de problemas é possível integrar vários conteúdos químicos que envolvem simultaneamente os três objetos de estudo dessa disciplina. A seguir a figura 2 apresenta os objetos de estudo da Química.



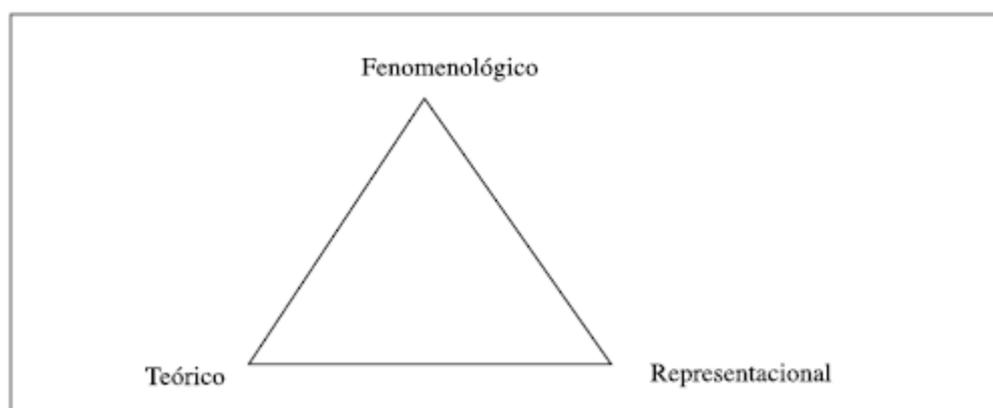
**Figura 2.** Objetos de estudo da Química (MORTIMER, et al, 2000).

Os objetos de estudo da Química correspondem a diversos aspectos que contribuem para o desenvolvimento científico e tecnológico da sociedade. Do ponto de vista da constituição, é importante conhecer quais átomos e substâncias formam os diferentes tipos de materiais que fazem parte do cotidiano e inclusive da constituição química do corpo humano. No que se refere às propriedades, é relevante identificar quais propriedades podem ser exibidas pelas substâncias de forma a prever o seu comportamento e utilizá-las da melhor forma possível. Em relação às transformações que podem ocorrer com as substâncias e os materiais, é pertinente identificá-las, compreendê-las e explorá-las de forma responsável em benefício da sociedade. A resolução de problemas pode relacionar esses três objetos de estudo da Química de forma a proporcionar uma compreensão completa da composição e das propriedades físicas e químicas das substâncias e materiais e dos fenômenos químicos. Além disso, a resolução de problemas pode se constituir em uma possibilidade relevante para a aprendizagem de conceitos e o desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas à Química.

Segundo Johnstone (1982) os conteúdos químicos podem ser compreendidos de acordo com três níveis de conhecimento: macroscópico (fenomenológico), microscópico (teórico) e representacional (simbólico). Esses três níveis devem estar relacionados para que os conteúdos químicos sejam compreendidos de forma mais completa pelos alunos. A seguir serão explorados alguns aspectos da relação entre a resolução de problemas e os níveis de conhecimento da Química.

### 2.3.2 A resolução de problemas e os níveis de conhecimento da Química

Segundo Johnstone (1982) a Química pode ser abordada a partir de três níveis de conhecimento: microscópico, macroscópico e simbólico. Posteriormente, esses níveis de conhecimento foram redimensionados por Mortimer, et al, (2000) e denominados respectivamente de: teórico, fenomenológico e representacional. O nível teórico ou microscópico corresponde ao nível atômico-molecular, ou seja, envolve o comportamento de espécies que não podem ser visualizadas diretamente e nem indiretamente com a ajuda de equipamentos, por esse motivo, esse nível também é chamado de submicroscópico (MACHADO, 1999). O nível fenomenológico ou macroscópico consiste nas propriedades e transformações das substâncias e dos materiais que podem ser observadas e medidas. Enquanto que, o nível simbólico ou representacional corresponde à linguagem específica utilizada na explicação dos fenômenos químicos. A seguir a figura 3 representa os níveis de conhecimento da Química segundo Mortimer, et al, (2000).



**Figura 3.** Níveis de conhecimento da Química (MORTIMER, et al, 2000).

A resolução de problemas pode ser uma estratégia didática eficiente para abordar a Química em seus três níveis de conhecimento. No que se refere ao nível teórico ou microscópico, podem ser apresentados problemas que envolvam as características microscópicas da matéria como, por exemplo: átomos, íons, elétrons, prótons, nêutrons, moléculas, etc. No nível fenomenológico ou macroscópico, podem ser abordados os problemas que envolvam as propriedades das substâncias e dos

materiais que podem ser observadas diretamente, tais como: dureza, cor, brilho, condução elétrica, etc. Em relação ao nível representacional, podem ser incluídos problemas que envolvam a linguagem e as representações específicas da química tais como: símbolos dos elementos químicos, fórmulas químicas, equações químicas, geometria molecular, etc.

É importante que alguns problemas envolvam simultaneamente os três níveis do conhecimento químico relacionando-os de forma a obter compreensões completas sobre os fenômenos químicos que envolvem as substâncias e os materiais. Nesse sentido, podem ser explorados problemas que exijam soluções diversificadas e que envolvam a mobilização de várias habilidades, competências e conhecimentos químicos. Para isso, podem ser propostos problemas qualitativos, quantitativos ou experimentais, ou inclusive, problemas que envolvam essas três dimensões simultaneamente. Além disso, os problemas devem se adequar aos conteúdos químicos aos quais estão vinculados de forma a contribuir de forma significativa para a aprendizagem dos alunos.

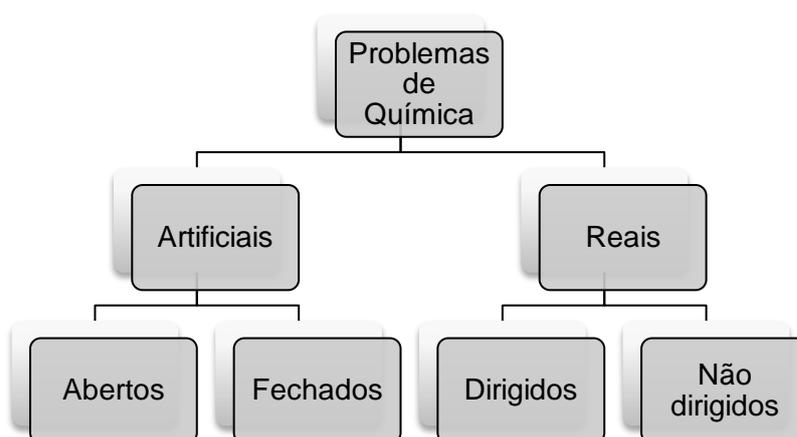
Alguns estudos obtiveram êxito significativo em termos de aprendizagem de conteúdos químicos a partir da resolução de problemas segundo a literatura. Lacerda, et al, (2012) utilizou uma situação-problema vinculada a alguns instrumentos didáticos (palavras-cruzadas, experimento, texto) no ensino dos assuntos: elemento químico, substâncias e misturas relacionando esses conteúdos com a temática agricultura e fertilidade do solo, no Ensino Médio. Nessa investigação foi observado que a maior parte dos alunos conseguiu assimilar os conteúdos químicos e desenvolver conhecimentos procedimentais e atitudinais. No Ensino Superior, Fernandes e Campos (2013a) realizaram uma intervenção didática sobre o tema ligação química na qual foi elaborada e aplicada uma situação-problema associada a alguns instrumentos didáticos (vídeos, simulação computacional, hipermissão). Esse estudo constatou que, apesar da abstração relacionada ao tema, a situação-problema e os instrumentos didáticos contribuíram para melhorar a compreensão dos alunos sobre as ligações químicas.

A seguir serão explorados alguns aspectos sobre a classificação dos problemas em Química.

### 2.3.3 Classificação dos problemas em Química

Frazer (1982b) classifica os problemas de Química em seis tipos: reais, artificiais, abertos, fechados, dirigidos e não dirigidos. Segundo esse autor nos problemas artificiais a solução já é conhecida pelo indivíduo que propõe o problema, enquanto que nos problemas reais não se conhece a solução, ou ainda, o problema pode não ter solução. Os problemas artificiais podem ser do tipo aberto ou fechado. Os problemas reais podem ser dirigidos ou não dirigidos. Um problema aberto admite mais de uma solução correta enquanto que os problemas fechados só admitem uma única resposta correta. Um problema é classificado como dirigido quando a sua solução representa um progresso importante em algum segmento da realidade. Um problema é considerado não dirigido quando a sua resolução não representa de imediato nenhuma contribuição relevante para a sociedade.

A seguir a figura 4 mostra um esquema da classificação dos problemas em Química segundo Frazer (1982b):



**Figura 4.** Classificação dos problemas em Química (FRAZER, 1982b).

Essa classificação para os problemas não é única, no entanto ela consiste em uma proposta pioneira no que se refere especificamente à resolução de problemas em Química. Além disso, essa classificação pode ser expandida para incorporar

novos tipos de problemas com enunciados que não se encaixam em nenhuma das categorias descritas anteriormente.

A resolução de problemas em Química constitui uma linha de investigação importante para o desenvolvimento da área de Ensino dessa disciplina. Os diversos modelos de ensino descritos apontam a presença dessa atividade nas salas de aula desde a criação das primeiras escolas, evidenciando a sua relevância no processo de ensino-aprendizagem (PERALES, 2000). A Didática das Ciências assume diversos pressupostos teóricos que balizam a resolução de problemas e reconhecem essa atividade como potencial para o desenvolvimento de habilidades competências e aprendizagens nos alunos. Diversas relações significativas podem ser estabelecidas entre a resolução de problemas, os objetos de estudo da Química e os níveis de conhecimento dessa disciplina.

A partir do exposto justifica-se a importância deste trabalho de análise de tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em Química. Esse tema constitui uma linha de pesquisa relevante no campo da Didática das Ciências e as investigações sob essa perspectiva vêm obtendo resultados significativos em relação ao ensino e aprendizagem de Química e de outras disciplinas. A seguir serão discutidos os aspectos metodológicos que foram levados em consideração na realização desta pesquisa.

## CAPÍTULO 3

### 3. METODOLOGIA

---

#### 3.1 Delineamento metodológico

Este estudo é de natureza qualitativa, tendo em vista que os dados serão analisados predominantemente de forma descritiva e interpretativa (LÜDKE e ANDRÉ, 1986), no entanto, em alguns momentos levou-se em consideração a quantificação de alguns dados com a finalidade de expressá-los de forma mais clara e objetiva. Em relação ao tipo de pesquisa, esta investigação é caracterizada como uma pesquisa bibliográfica (MARCONI e LAKATOS, 2003; GIL, 2002), que buscou analisar as tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em Química. Segundo Ferreira (2002) as pesquisas desse tipo parecem trazer em comum o desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas as publicações em determinadas áreas.

A análise dos dados nesta pesquisa foi realizada através da construção de categorias nas quais foram considerados os aspectos bibliográficos, teóricos e metodológicos dos dados coletados. A partir desses procedimentos metodológicos buscou-se caracterizar os estudos sobre a resolução de problemas Química e identificar as tendências de pesquisa sobre esse tema.

### 3.2 Critérios de seleção e coleta dos dados de pesquisa

Esta pesquisa apresenta como fonte de dados, estudos publicados em periódicos nacionais e internacionais da área de Ensino de Ciências/Química e trabalhos apresentados no 9º Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, sobre a resolução de problemas em Química.

Foram analisados artigos científicos publicados em periódicos da área de Ensino de Ciências/Química que estão classificados na área Ensino do Qualis da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) nos estratos A1e A2. Também foram selecionados para esta pesquisa, periódicos específicos da área de Ensino de Química levando em consideração os estratos: A1, A2, B1, B2 e B3 do Qualis da CAPES.

O Qualis da CAPES foi utilizado como critério para a seleção dos periódicos porque esse sistema de avaliação bibliográfica é o principal indicador da qualidade dos periódicos nacionais e internacionais no Brasil. Seguindo esses critérios foram selecionados os periódicos apresentados no quadro a seguir:

**Quadro 5.** Periódicos nacionais e internacionais selecionados e estrato segundo o Qualis da CAPES.

| <b>Nome do periódico</b>                                      | <b>Estrato</b> |
|---|----------------|
| Enseñanza de las Ciencias                                     | A1             |
| International Journal of Science Education                    | A1             |
| Research in Science & Technological Education                 | A1             |
| Science & Education   | A1             |
| Public Understanding of Science                               | A2             |
| Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias              | A2             |
| Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias | A2             |
| Science in Context  | A2             |
| Ciência & Educação  | A1             |
| Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências        | A2             |
| Cadernos CEDES  | A2             |
| Ensaio: Pesquisa em educação em Ciências                      | A2             |
| Investigações em ensino de Ciências                           | A2             |
| Educación Química   | B1             |
| Química Nova na escola  | B1             |
| Química Nova  | B3             |

A coleta de dados sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais foi realizada pelo Portal de Periódicos da CAPES, consultas em bibliotecas e pelo site do periódico dependendo da disponibilidade de acesso aos artigos. Durante a coleta foram analisados todos os volumes e números dos periódicos nacionais e internacionais, incluindo edições especiais.

Esta pesquisa também analisou os estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados em um dos principais eventos internacionais da área de Ensino de Ciências/Química, o 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias foi realizado entre os dias nove (09) e doze (12) de setembro de 2013, na cidade de Girona, Espanha. Esse evento contou com a presença dos principais pesquisadores da área, destacando-se em número de trabalhos e participantes, os de nacionalidade brasileira e espanhola.

Durante esse evento foram apresentados trabalhos nas modalidades oral e pôster, além de simpósios, mesas redondas, palestras, conferências, etc. Os trabalhos apresentados nesse evento, nas modalidades oral e pôster, foram publicados na revista *Enseñanza de las Ciencias* em um número especial e compõem, além dos estudos publicados em periódicos nacionais e internacionais, os dados desta pesquisa.

Todos os artigos científicos coletados nesta pesquisa foram selecionados de acordo com algumas palavras-chave contidas no título. Nos periódicos da área de Ensino de Ciências e nos anais do 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias foram selecionadas pesquisas que apresentavam duas classes de palavras no título, independentes do idioma: (i)- palavras relativas à resolução de problemas; (ii)- palavras relativas a conceitos químicos. Nos periódicos da área de Ensino de Química foram selecionadas as investigações que apresentavam no título apenas as palavras relativas à resolução de problemas. Algumas das palavras-chave consideradas na realização desta pesquisa encontram-se no quadro a seguir.

**Quadro 6.** Palavras-chave encontradas no título dos estudos coletados.

| <b>Palavras relativas à resolução de problemas</b>   | <b>Palavras relativas à Química</b>  |
|--|--|
| Problema, resolução de problemas, situação-problema, solução de problemas, aprendizagem baseada em problemas, etc. | Química, Química Geral, Química Orgânica, Físico-Química, termodinâmica, eletroquímica, reações químicas, elemento químico, mistura, modelos atômicos, ligações químicas, síntese orgânica, equilíbrio químico, termoquímica, soluções, estequiometria, bioquímica, etc. |

A seleção dos estudos analisados nesta pesquisa seguiu os critérios propostos por Bardin (2011) para a constituição do corpus (conjunto de estudos analisados) de pesquisa: exaustividade, representatividade, homogeneidade e pertinência.

De acordo com os critérios da exaustividade e da representatividade (BARDIN, 2011), o conjunto de textos deverá constituir uma amostra exaustiva (grande número) e representativa (que represente simbolicamente a maior parte do todo). Nesse sentido, foram analisados setenta e três estudos (73) selecionados a partir de periódicos nacionais e internacionais (63), relevantes para a área de Ensino de Ciências/Química e dos anais do 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias (10).

No que se refere ao critério de homogeneidade, a amostra deverá seguir critérios homogêneos de escolha (BARDIN, 2011). Dessa forma, todos os estudos foram selecionados seguindo os mesmos critérios quanto às palavras-chave contidas no título. Em relação ao critério da pertinência, é fundamental que a amostra constitua um conjunto de textos pertinentes ao tema da pesquisa (BARDIN, 2011). Nessa perspectiva, todos as investigações selecionadas abordam, precisamente, aspectos relativos à resolução de problemas em Química.

Esses critérios consistem em uma forma de conferir maior rigor à amostra de estudos analisados nesta pesquisa. A seguir são descritos os procedimentos utilizados para analisar as investigações coletadas a partir dos critérios definidos anteriormente.

### 3.3 Análise de dados

Inicialmente os estudos foram codificados com a Letra 'E' (referente à palavra estudo) e um número correspondente. Dessa forma, as investigações foram codificadas de 'E1' a 'E73'. De 'E1' a 'E10' encontram-se as pesquisas identificadas a partir de periódicos nacionais. No intervalo 'E11' a 'E63' estão os estudos publicados em periódicos internacionais. E de 'E64' a 'E73' encontram-se as investigações apresentadas no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.

Após a codificação, foram definidas (03) categorias *a priori*: aspectos bibliográficos, aspectos teóricos e aspectos metodológicos. Em relação aos aspectos bibliográficos, todos os estudos foram analisados (73). Quanto aos aspectos teóricos e metodológicos, foram selecionados para análise as pesquisas publicadas nos últimos dez anos (10) em periódicos nacionais e internacionais, abrangendo o período de 2003 a 2012 e as investigações apresentadas no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, essa opção foi escolhida por causa da atualidade dos dados e por esse período representar mais da metade dos artigos analisados, correspondendo ao total de quarenta e quatro (44) pesquisas, das quais, sete (07) pertencem à revistas nacionais, vinte e sete (27) a periódicos internacionais e dez (10) aos trabalhos apresentados no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.

#### 3.3.1 Aspectos bibliográficos

Em relação aos aspectos bibliográficos, os estudos foram analisados em relação à: (i)- título do estudo; (ii)- autor(es); (iii)- periódico em que foi publicado; (iv)- ano de publicação. Os dados bibliográficos são importantes porque eles revelam a origem dos artigos analisados no que se refere à sua produção e publicação. Esses dados também permitem observar o período em que as pesquisas foram produzidas, dessa forma, é possível avaliar alguns contextos de produção, quanto à disponibilidade de recursos tecnológicos e acesso a outras investigações que estavam sendo produzidas no campo da Didática das Ciências.

### 3.3.2 Aspectos Teóricos

Em relação aos aspectos teóricos, os estudos foram classificados quanto à: (i)- linha de pesquisa; (ii)- foco temático; (iii)- tipo de estudo. No que se refere à linha de pesquisa, as investigações foram categorizadas em função dos principais enfoques das pesquisas sobre a resolução de problemas no Ensino de Ciências segundo a literatura (PERALES, 2000; CEBERIO, et al, 2008): (i)- desenvolvimento de estratégias gerais de resolução de problemas; (ii)- variáveis envolvidas no processo de resolução de problemas; (iii)- a resolução de problemas por expertos e novatos; (iv)- a resolução de problemas como um processo de investigação.

Quanto ao foco temático, os estudos foram classificados em subdivisões dentro da linha de pesquisa maior. Em relação às linhas de pesquisa: a resolução de problemas por expertos e novatos e o desenvolvimento de estratégias de resolução, não foram identificados focos temáticos. Quanto à linha de pesquisa que aborda a resolução de problemas a partir das variáveis envolvidas nesse processo, foram verificados três (03) focos temáticos: variáveis do enunciado, variáveis do contexto e variáveis do solucionador, essa tipologia de variáveis corresponde à mencionada por Perales, 2000. Em relação à linha de pesquisa que aborda a resolução de problemas como um processo de investigação, foram observados três (03) focos temáticos: formação de professores, proposição de intervenção didática e intervenção didática.

No que se refere ao tipo de estudo, as investigações foram classificadas em relação à sua abordagem em estudo teórico ou pesquisa aplicada.

A partir dos aspectos teóricos é possível analisar alguns fundamentos que orientam os estudos analisados. Essa caracterização é importante porque permite avaliar os pressupostos teóricos assumidos pelos autores dos estudos e a sua pertinência para a realização das pesquisas desenvolvidas.

### 3.3.3 Aspectos Metodológicos

Após a categorização teórica, foi realizada análise metodológica dos estudos em relação: ao conteúdo químico, à metodologia utilizada, aos sujeitos de pesquisa e quanto aos instrumentos de coleta de dados.

Quanto aos conteúdos, foram identificados nas investigações quais assuntos eram abordados levando em consideração as diversas áreas da Química: Química Geral, Química Orgânica, Físico-Química, etc. Em relação à metodologia, os estudos foram classificados em pesquisas qualitativas e/ou quantitativas, de acordo com a análise de dados apresentada. No que se refere aos sujeitos de pesquisa, buscou-se observar os níveis de ensino: Ensino Fundamental, Ensino Médio, Ensino Técnico, Educação de Jovens e Adultos, Ensino Superior ou Pós-Graduação. Também foram analisados os instrumentos de coleta de dados utilizados, tais como: questionário, entrevista, videografia, gravações de áudio, fichas de observação, etc.

A caracterização metodológica dos estudos analisados permite identificar os métodos e os instrumentos de pesquisa utilizados pelos autores para realizar investigações sobre a resolução de problemas em Química. Nesse sentido, os aspectos metodológicos são importantes, à medida que, apresentam como a pesquisa foi desenvolvida e se os dados foram coletados e analisados de forma adequada.

A seguir serão explorados os resultados obtidos através da análise bibliográfica, teórica e metodológica dos estudos sobre a resolução de problemas em Química.

## CAPÍTULO 4

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão expostos os resultados obtidos a partir da análise bibliográfica, teórica e metodológica das publicações sobre a resolução de problemas em Química nas revistas nacionais, nos periódicos internacionais e nos trabalhos apresentados no 9º Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.

#### 4.1 Análise bibliográfica dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais

Foram analisados sete (07) periódicos nacionais, em todos os seus volumes e números, incluindo edições especiais, nessas revistas foram identificados apenas dez (10) estudos referentes à resolução de problemas em Química. Dos sete (07) periódicos analisados, quatro (04) apresentaram pesquisas sobre esse tema, dos quais, dois (02) são da área de Ensino de Ciências e dois (02) da área de Ensino de Química. Dos dez (10) artigos identificados, dois (02) pertencem a periódicos da área de Ensino de Ciências, enquanto que, oito (08) pertencem à área de Ensino de Química, destacando-se a revista Química Nova com seis (06) publicações.

A seguir o quadro 7 apresenta os dados da pesquisa bibliográfica sobre a resolução de problemas em Química realizada em periódicos nacionais.

**Quadro 7.** Dados da pesquisa bibliográfica sobre a resolução de problemas em Química em periódicos nacionais.

| Periódico  | Período   | Volumes | Números | Estudos |
|--|-----------|---------|---------|---------|
| Ciência & Educação                                     | 1998-2012 | 15      | 39      | 01      |
| Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências | 2001-2012 | 12      | 36      | 01      |
| Química Nova na Escola                                 | 1995-2012 | 18      | 53      | 02      |
| Química Nova   | 1978-2012 | 35      | 206     | 06      |
| Total  | 1978-2012 | 80      | 334     | 10      |

Pelo número de publicações relacionadas à resolução de problemas em Química em periódicos nacionais, fica evidenciada a necessidade da realização de mais pesquisas sob essa perspectiva de ensino com a finalidade de desenvolver estratégias didáticas para melhorar a aprendizagem em Química em todos os níveis de ensino. A resolução de problemas no ensino de Química pode se constituir em uma alternativa eficaz para o ensino e aprendizagem de diversos conteúdos químicos, os quais os alunos apresentam dificuldades de aprendizagem.

A seguir o quadro 8 apresenta os dados bibliográficos referentes aos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais.

**Quadro 8.** Dados bibliográficos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais.

| <b>Código</b> | <b>Título</b>  | <b>Autor(es)</b>  | <b>Revista</b>   | <b>Ano</b> |
|---------------|--|---|--|------------|
| <b>E1</b>     | Resolución de problemas científicos desde a Historia de la Ciencia: retos y desafíos para promover competencias cognitivas lingüísticas en la Química escolar. | González, J. P. C.<br>Gatica, M. Q.                       | Ciência & Educação                                     | 2008       |
| <b>E2</b>     | Concepções de professores de Química do Ensino Médio sobre a resolução de situações-problema.  | Santos, V. T.<br>Almeida, M. A. V.<br>Campos, A. F.       | Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências | 2005       |
| <b>E3</b>     | Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais.  | Goi, M. E. J.<br>Santos, F. M. T.                         | Química Nova na Escola                                 | 2009       |
| <b>E4</b>     | Abordagem dos conceitos mistura, substância simples, substância composta e elemento químico numa perspectiva de ensino por situação-problema.                  | Lacerda, C. C.<br>Campos, A. F.<br>Marcelino-Jr, C. A. C. | Química Nova na Escola                                 | 2012       |
| <b>E5</b>     | A resolução de problemas em Química.   | Frazer, M. J.   | Química Nova   | 1982       |

|            |  |  |              |      |
|------------|--|--|--------------|------|
| <b>E6</b>  | Um procedimento para a resolução de problemas de Química no ensino de 2º Grau.                                       | Hartwig, D. R.   | Química Nova | 1984 |
| <b>E7</b>  | O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes - reflexões teórico-metodológicas.                     | Silva, S. F.<br>Núñez, I. B.                                   | Química Nova | 2002 |
| <b>E8</b>  | El Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia para el cambio metodológico en los trabajos de laboratorio.       | Llorens-Molina, J. A.  | Química Nova | 2010 |
| <b>E9</b>  | Variables cognitivas y metacognitivas en la resolución de problemas de Química: propuesta de estrategias didácticas. | Solaz-Portolés, J. J.  | Química Nova | 2010 |
| <b>E10</b> | Aprendizagem Baseada em Problemas: uma experiência no ensino de Química Toxicológica.                                | Lopes, R. M.<br>Filho, M. V. S.<br>Marsden, M.<br>Alves, N. G. | Química Nova | 2011 |

Apesar do pequeno número de estudos publicados em periódicos nacionais sobre a resolução de problemas Química, observa-se pelos títulos dos artigos grande diversidade de abordagens para essa temática, tais como: ensino de conteúdos químicos a partir da resolução de problemas, desenvolvimento de estratégias para a resolução de problemas, resolução de problemas a partir de trabalhos experimentais, etc. (Quadro 8) (FERNANDES e CAMPOS, 2013b). É possível também observar uma lacuna nas investigações sobre a resolução de problemas em Química na década de noventa (1990-1999), visto que, nesse período não foi identificado nenhum estudo.

A seguir encontram-se os resultados obtidos a partir da pesquisa bibliográfica sobre a resolução de problemas em Química realizada em periódicos internacionais.

## 4.2 Análise bibliográfica dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos internacionais

A pesquisa bibliográfica realizada em periódicos internacionais identificou 53 (cinquenta e três) estudos referentes à resolução de problemas em Química em nove (09) periódicos analisados em todos os seus volumes e números (Quadro 3). As investigações foram coletadas a partir de cinco (05) revistas internacionais. Dessas revistas, apenas uma (01) pertence à área de Ensino de Química enquanto que quatro (04) pertencem à área de Ensino de Ciências.

Observa-se que dos cinquenta e três (53) estudos identificados, trinta e sete (37) são provenientes de periódicos da área de Ensino de Ciências e dezesseis (16) de revistas da área de Ensino de Química. A revista *Educación Química* e o periódico *International Journal of Science Education* se destacaram em relação ao número de pesquisas sobre a resolução de problemas em Química totalizando dezesseis (16) e quatorze (14) publicações, respectivamente. A revista *Educación Química* teve o número de estudos expressivo devido a uma edição especial de aniversário na qual foi dedicado um número exclusivamente para investigações sobre a resolução de problemas (volume seis (06), número dois (02), abril de 2005).

A seguir o quadro 9 apresenta os dados da pesquisa bibliográfica sobre a resolução de problemas em Química realizada em periódicos internacionais.

**Quadro 9.** Dados da pesquisa bibliográfica sobre a resolução de problemas em Química em periódicos internacionais.

| Periódico  | Período   | Volumes | Números | Artigos |
|--|-----------|---------|---------|---------|
| Enseñanza de las Ciencias                        | 1983-2012 | 30      | 90      | 10      |
| Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias | 2002-2012 | 11      | 33      | 02      |
| Revista Educación Química                        | 1989-2012 | 98      | 23      | 16      |
| Research in Science & Technological Education    | 1983-2012 | 30      | 90      | 11      |
| International Journal of Science Education       | 1987-2012 | 26      | 283     | 14      |
| Total  | 1983-2012 | 195     | 519     | 53      |

Internacionalmente observa-se que o número de publicações referentes à resolução de problemas em Química é mais que cinco (05) vezes superior ao número de estudos publicados em periódicos nacionais. Esse número expressivo de investigações pode ser relacionado ao fato de que a maioria dos periódicos internacionais analisados possui maior tempo de publicação que as revistas nacionais, além disso, em relação ao número de volumes, os periódicos internacionais possuem mais que o dobro (195) de volumes publicados em relação às revistas nacionais (80).

Os estudos identificados em periódicos internacionais apresentam enfoques diferenciados para a resolução de problemas em Química, tais como: desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas, estudos sobre os fatores que influenciam a resolução de problemas, aplicação de estratégias didáticas baseadas na resolução de problemas na abordagem de conteúdos químicos, etc.

A seguir o quadro 10 apresenta os dados bibliográficos referentes aos estudos sobre a resolução de problemas em Química identificados na pesquisa bibliográfica realizada em periódicos internacionais.

**Quadro 10.** Dados bibliográficos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos internacionais.

| <b>Código</b> | <b>Título</b>   | <b>Autor(es)</b>                     | <b>Revista</b>            | <b>Ano</b> |
|---------------|---|--------------------------------------|---------------------------|------------|
| <b>E11</b>    | Metodo de resolución de problemas de Física y Química.  | Brianso, M. G.                       | Enseñanza de las Ciencias | 1985       |
| <b>E12</b>    | Resolución de problemas de Química y estructura cognoscitiva.   | Kempa, R. F.                         | Enseñanza de las Ciencias | 1986       |
| <b>E13</b>    | Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de Física y Química. 1. Opiniones del alumno.   | Torre, A. O.<br>Jiménez, J. M.<br>S. | Enseñanza de las Ciencias | 1996       |
| <b>E14</b>    | Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de Física y Química. 2. Opiniones del profesor. | Torre, A. O.<br>Jiménez, J. M.<br>S. | Enseñanza de las Ciencias | 1996       |

|             |   |  |  |      |
|-------------|---|--|--|------|
| <b>E15</b>  | Resolver el problema abierto: teñir lanas a partir de productos colorantes naturales. Una actividad investigativa para la enseñanza secundaria obligatoria. | Aznar, M. M. M.<br>Morcillo, P. O.   | Enseñanza de las Ciencias                        | 1997 |
| <b>E16</b>  | Los experimentos que plantean problemas en las aulas de Química: dilemas y soluciones.  | Jong, O.   | Enseñanza de las Ciencias                        | 1998 |
| <b>RP17</b> | La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la Química.   | García, J. J. G.   | Enseñanza de las Ciencias                        | 2000 |
| <b>E18</b>  | Análisis de problemas de selectividad de equilibrio químico: errores y dificultades correspondientes a libros de texto, alumnos y profesores.               | Quílez, J.   | Enseñanza de las Ciencias                        | 2006 |
| <b>E19</b>  | Factores que influyen en el éxito de los estudiantes al resolver problemas de Química.  | Moliné, M. R. G.   | Enseñanza de las Ciencias                        | 2007 |
| <b>E20</b>  | Resolución de problemas científicos escolares y promoción de competencias de pensamiento científico. ¿Qué piensan los docentes de Química en ejercicio?     | Quintanilla, M.<br>Joglar, C<br>Jara, R.<br>Camacho, J.<br>Ravanal, E.<br>Labarrere, A.<br>Cuellar, L.<br>Izquierdo, M.<br>Chamizo, J. | Enseñanza de las Ciencias                        | 2010 |
| <b>E21</b>  | Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa a las prácticas tradicionales.   | Merino, J. M.<br>F., H.  | Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias | 2007 |
| <b>E22</b>  | Formação continuada de professores de Química na elaboração escrita de suas aulas a partir de um problema.  | Nery, B. K.<br>Maldaner, O. A.   | Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias | 2012 |
| <b>E23</b>  | Acerca de la resolución de problemas y la evaluación del equilibrio químico.  | Pardo, J. Q.   | Educación Química                                | 2000 |

|            |   |   |                      |      |
|------------|---|---|----------------------|------|
| <b>E24</b> | Resolución de problemas: Estequiometría y mapas Conceptuales.   | Toro, M. A.<br>Serrano, E.  | Educación<br>Química | 2003 |
| <b>E25</b> | Transformación de las prácticas de laboratorio de Química en actividades de resolución de problemas de interés profesional. | Furió, C.<br>Valdés, P.<br>Barrera, L. G.<br>G.                               | Educación<br>Química | 2005 |
| <b>E26</b> | Enseñanza experimental de la Química. Descubrimiento y solución de problemas.   | Obaya-Valdivia,<br>A.   | Educación<br>Química | 2005 |
| <b>E27</b> | ¿Podemos mejorar la enseñanza de la resolución de problemas de "lápiz y papel" en las aulas de Física y Química?            | Torregrosa, J.<br>M.<br>Pérez, D. G.<br>Labra, C. B.<br>Guisasola, J.         | Educación<br>Química | 2005 |
| <b>E28</b> | ¿Para qué se inventaron los problemas de Química?   | Aymerich, M. I.   | Educación<br>Química | 2005 |
| <b>E29</b> | El arte de resolver problemas.  | Frunz, J. L. C.   | Educación<br>Química | 2005 |
| <b>E30</b> | Más problemas, ¿para qué?   | Palazuelos, G. I.   | Educación<br>Química | 2005 |
| <b>E31</b> | A cultural approach to problem solving.   | Bodner, G. M.<br>Bhattacharyya,<br>G.   | Educación<br>Química | 2005 |
| <b>E32</b> | Más allá de la resolución de problemas.   | Rugarcía, A.  | Educación<br>Química | 2005 |
| <b>E33</b> | Problemas algorítmicos y conceptuales: Influencia de algunas variables instruccionales.                                     | Portolés, J. J. S.<br>López, V. S.  | Educación<br>Química | 2006 |
| <b>E34</b> | Elementos del aprendizaje experimental basado en un problema para la enseñanza superior en Fisicoquímica.                   | Mejía, A. R.<br>Alquisira, J. P.  | Educación<br>Química | 2007 |
| <b>E35</b> | Evaluación de escenarios para el aprendizaje basado en problemas (ABP) en la asignatura de Química de bachillerato.         | Romero-<br>Álvarez, J. G.<br>Rodríguez-<br>Castillo, A.<br>Gómez-Pérez,<br>J. | Educación<br>Química | 2008 |
| <b>E36</b> | Integración de la Química General en la carrera de Ingeniería Mecánica utilizando problemas profesionales.                  | Villalonga, M.<br>García, R. M.<br>Menéndez, A. L.<br>Falls, M. M.            | Educación<br>Química | 2009 |

|            |  |   |   |      |
|------------|--|---|---|------|
| <b>E37</b> | Correlación entre mapas conceptuales y habilidad para la resolución de problemas en la unidad de equilibrio iónico en la asignatura de Química General.  | M., M. M.<br>F., A. E.                                    | Educación Química                             | 2009 |
| <b>E38</b> | Situaciones problemáticas de Química diseñadas como pequeñas investigaciones en la escuela secundaria desde un encuadre heurístico a partir de una situación fortuita que involucra reacciones ácido-base. | Seferian, A. E.   | Educación Química                             | 2010 |
| <b>E39</b> | Dimensional analysis: a Neo-Piagetian evaluation of M-demand of chemistry problems.  | Niaz, M.  | Research in Science & Technological Education | 1989 |
| <b>E40</b> | Problem-solving processes of pre-service Chemistry teachers in Nigeria.  | Adigwe, J. C.   | Research in Science & Technological Education | 1991 |
| <b>E41</b> | Problem-solving processes of nigerian Chemistry teachers.  | Adigwe, J. C.   | Research in Science & Technological Education | 1992 |
| <b>E42</b> | Gender differences in Chemical problem solving amongst nigerian students.  | Adigwe, J. C.   | Research in Science & Technological Education | 1992 |
| <b>E43</b> | Some Correlates of Nigerian students' performances in chemical problem-solving.  | Adigwe, J. C.   | Research in Science & Technological Education | 1993 |
| <b>E44</b> | The Solving of problems in Chemistry: the more open-ended problems.  | Reid, N.<br>Yang, M. J.                                   | Research in Science & Technological Education | 2002 |
| <b>E45</b> | Non-algorithmic quantitative problem solving in university physical chemistry: a correlation study of the role of selective cognitive factors.   | Tsaparlis, G.   | Research in Science & Technological Education | 2005 |
| <b>E46</b> | An investigation into the effectiveness of problem-based learning in a physical chemistry laboratory course.   | Gurses, A.<br>Açikyildiz, M.<br>Dogar, C.<br>Sozbilir, M. | Research in Science & Technological Education | 2007 |

|            |  |   |   |      |
|------------|--|---|---|------|
| <b>E47</b> | Thai Grade 10 and 11 students' conceptual understanding and ability to solve stoichiometry problems.               | Dahsah, C.<br>Coll, R. K.   | Research in Science & Technological Education | 2007 |
| <b>E48</b> | Problem-based learning in an eleventh grade chemistry class: 'factors affecting cell potential'.                   | Tarhan, L.<br>Acar, B.  | Research in Science & Technological Education | 2007 |
| <b>E49</b> | The effectiveness of problem-based learning on teaching the first law of thermodynamics.                           | Tatar, E.<br>Oktay, M.  | Research in Science & Technological Education | 2011 |
| <b>E50</b> | Knowledge of terms and problem-solving in chemistry.   | Sumfleth, E.  | International Journal of Science Education    | 1988 |
| <b>E51</b> | The information-processing demand of chemistry problems and its relation to Pascual-Leone's functional M-capacity. | Niaz, M.  | International Journal of Science Education    | 1988 |
| <b>E52</b> | Relation between Pascual-Leone's structural and functional M-space and its effect on problem solving in chemistry. | Niaz, M.  | International Journal of Science Education    | 1989 |
| <b>E53</b> | Academic performance in solving chemistry problems related to student working memory capacity.                     | Opdenacker, C.<br>Fierens, H.<br>Brabant, H. V.<br>Sevenants, J.<br>Spruyt, J.<br>Slootmaekers, P. J.<br>Johnstone, A. H. | International Journal of Science Education    | 1990 |
| <b>E54</b> | Problem-solving processes used by students in organic synthesis.   | Bowen, C. W.<br>Bodner, G. M.   | International Journal of Science Education    | 1991 |
| <b>E55</b> | Stoichiometric problem solving in school Chemistry.  | Schmidt, H. J.  | International Journal of Science Education    | 1994 |
| <b>E56</b> | Relationship between student performance on conceptual and computational problems of chemical equilibrium.         | Niaz, M.  | International Journal of Science Education    | 1995 |

|            |   |   |  |      |
|------------|---|---|--|------|
| <b>E57</b> | Reasoning strategies of students in solving chemistry problems as a function of developmental level, functional M- capacity and disembedding ability. | Niaz, M.                                    | International Journal of Science Education | 1996 |
| <b>E58</b> | A general strategy for solving high school electrochemistry problems.   | Lee, K. W. L.<br>Fensham, P. J.             | International Journal of Science Education | 1996 |
| <b>E59</b> | The 'Mole Environment' studyware: applying multidimensional analysis to quantitative chemistry problems.  | Dori, Y. J.<br>Hameiri, M.                  | International Journal of Science Education | 1998 |
| <b>E60</b> | Procedural and conceptual knowledge of expert and novice students for the solving of a basic problem in chemistry.                                    | Heyworth, R. M.                             | International Journal of Science Education | 1999 |
| <b>E61</b> | Open-ended problem solving in school Chemistry: a preliminary investigation.  | Reid, N.                                    | International Journal of Science Education | 2002 |
| <b>E62</b> | Relationships between selective cognitive variables and students' ability to solve chemistry problems.  | Boujaoude, S.                               | International Journal of Science Education | 2004 |
| <b>E63</b> | Scaffolded Problem-solving in the Physics and Chemistry Laboratory: Difficulties hindering students' assumption of responsibility.                    | Reigosa, C.<br>Jiménez-Aleixandre, M.<br>P. | International Journal of Science Education | 2007 |

O número expressivo de pesquisas relacionadas à resolução de problemas em Química nos periódicos internacionais evidencia que os estudos sob essa perspectiva de ensino vem sendo desenvolvidos de forma crescente ao longo do tempo. De acordo com o gráfico a seguir (Figura 5) observa-se o aumento das pesquisas comparando-se as décadas de 80 (1980-1989), 90 (1990-1999) e os anos 2000 (2000-2009). Esses dados estão relacionados também ao crescimento dos periódicos que ampliaram o número de volumes e números publicados ao longo do tempo.

No gráfico a seguir (Figura 5) encontra-se a distribuição temporal dos estudos analisados por décadas. Os dados referem-se aos estudos publicados em periódicos nacionais e internacionais.



**Figura 5.** Distribuição temporal dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais por década.

A evolução do número de publicações sobre a resolução de problemas em Química ao longo do tempo reflete uma tendência nacional e internacional. Esse dado indica o crescimento dessa linha de pesquisa que a partir do desenvolvimento de estratégias didáticas vem obtendo resultados satisfatórios no que se refere à aprendizagem de conteúdos químicos (CAMPOS e SILVA, 2013; FERNANDES e CAMPOS, 2013c).

A seguir será discutida a análise dos aspectos teóricos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais.

### 4.3 Análise teórica dos estudos publicados em periódicos nacionais e internacionais sobre a resolução de problemas em Química

Após a análise bibliográfica, os estudos publicados em periódicos nacionais e internacionais sobre a resolução de problemas em Química foram classificados, em relação aos aspectos teóricos, em três categorias: linha de pesquisa, foco temático e tipo de estudo (Quadro 11).

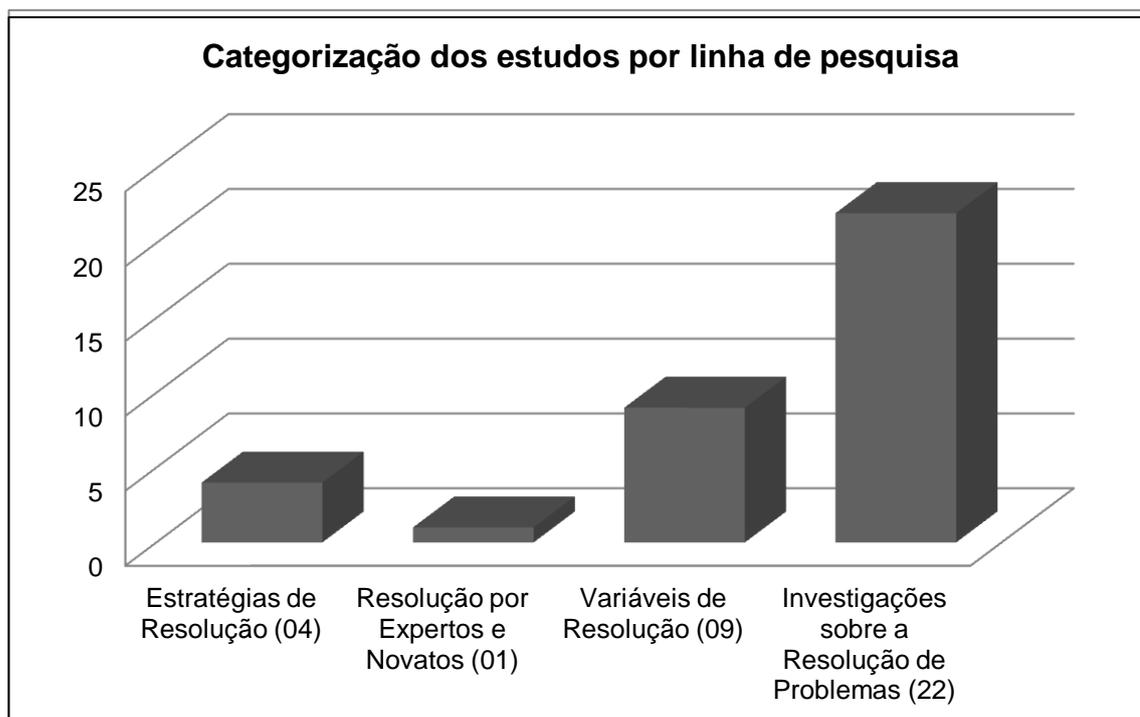
**Quadro 11.** Análise dos aspectos teóricos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais.

| <b>Código</b> | <b>Linha de Pesquisa</b>  | <b>Foco temático</b>               | <b>Metodologia</b> |
|---------------|---|------------------------------------|--------------------|
| <b>E1</b>     | Investigação  | Formação de professores            | Estudo teórico     |
| <b>E2</b>     | Investigação  | Formação de professores            | Pesquisa aplicada  |
| <b>E3</b>     | Investigação  | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada  |
| <b>E4</b>     | Investigação  | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada  |
| <b>E8</b>     | Investigação/ ABP   | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada  |
| <b>E9</b>     | Variáveis   | Solucionador                       | Estudo teórico     |
| <b>E10</b>    | Investigação/ ABP   | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada  |
| <b>E18</b>    | Variáveis   | Enunciado/Contexto                 | Pesquisa aplicada  |
| <b>E19</b>    | Variáveis   | Contexto/Solucionador              | Pesquisa aplicada  |
| <b>E20</b>    | Investigação  | Formação de professores            | Pesquisa aplicada  |
| <b>E21</b>    | Investigação  | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada  |
| <b>E22</b>    | Investigação  | Formação de professores            | Pesquisa aplicada  |
| <b>E24</b>    | Investigação  | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada  |
| <b>E25</b>    | Investigação  | Proposição de intervenção didática | Estudo teórico     |
| <b>E26</b>    | Investigação  | Proposição de intervenção didática | Estudo teórico     |
| <b>E27</b>    | Investigação  | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada  |
| <b>E28</b>    | Investigação  | Proposição de intervenção didática | Estudo teórico     |
| <b>E29</b>    | Estratégias de resolução/<br>Variáveis  | Solucionador                       | Estudo teórico     |
| <b>E30</b>    | Estratégias de resolução/<br>Resolução de problemas por<br>expertos e novatos | -                                  | Estudo teórico     |
| <b>E31</b>    | Estratégias de resolução  | -                                  | Estudo teórico     |

|            |                          |                                    |                   |
|------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------|
| <b>E32</b> | Estratégias de resolução | -                                  | Estudo teórico    |
| <b>E33</b> | Variáveis                | Enunciado                          | Pesquisa aplicada |
| <b>E34</b> | Investigação/ ABP        | Proposição de intervenção didática | Estudo teórico    |
| <b>E35</b> | Investigação/ ABP        | Proposição de intervenção didática | Estudo teórico    |
| <b>E36</b> | Investigação             | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada |
| <b>E37</b> | Investigação             | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada |
| <b>E38</b> | Investigação             | Proposição de intervenção didática | Estudo teórico    |
| <b>E45</b> | Variáveis                | Solucionador                       | Pesquisa aplicada |
| <b>E46</b> | Investigação/ ABP        | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada |
| <b>E47</b> | Variáveis                | Enunciado/ Solucionador/ Contexto  | Pesquisa aplicada |
| <b>E48</b> | Investigação/ ABP        | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada |
| <b>E49</b> | Investigação/ ABP        | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada |
| <b>E62</b> | Variáveis                | Solucionador                       | Pesquisa aplicada |
| <b>E63</b> | Variáveis                | Contexto                           | Pesquisa aplicada |

Observando o quadro 11 verifica-se que a maioria dos estudos analisados foi classificada em uma linha de pesquisa principal, no entanto, algumas investigações foram classificadas em mais de uma linha devido à amplitude de suas discussões que ultrapassaram os limites de apenas uma linha de pesquisa. Observa-se também que foram identificados estudos em todas as linhas de pesquisa sobre a resolução de problemas que a literatura apresenta (PERALES, 2000; CEBERIO, et al, 2008).

A figura 6 a seguir apresenta a frequência dos estudos publicados em periódicos nacionais e internacionais sobre a resolução de problemas em Química classificados por linha de pesquisa.



**Figura 6.** Estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais classificados por linha de pesquisa.

Em relação à linha de pesquisa que explora o desenvolvimento de estratégias para a resolução de problemas, foram identificados quatro (04) estudos sendo que em dois (02) deles, outras linhas de pesquisa também foram identificadas. Essa linha de pesquisa consiste no desenvolvimento de estratégias gerais para a resolução de problemas que podem ser aplicadas a qualquer tipo de situação problemática (PERALES, 2000; ECHEVERRÍA e POZO, 1998). Além disso, essas investigações buscam a proposição de passos ou etapas que permitam treinar a resolução de problemas (GANGOSO, 1999; CEBERIO, et al, 2008). Ao longo do tempo diversos procedimentos de resolução foram propostos, no entanto, observa-se que a resolução de problemas demanda a mobilização criativa de conhecimentos prévios e habilidades sobreaprendidas, nesse contexto, o desenvolvimento de procedimentos algorítmicos para a resolução de problemas perde um pouco do seu significado.

No período em que muitas pesquisas com esse referencial teórico atingiram o ápice não havia uma definição clara para o termo 'problema' que muitas vezes era

confundido com ‘exercício’. Nesse sentido muitos procedimentos que foram desenvolvidos para a resolução de ‘problemas’ na realidade serviam para solucionar ‘exercícios’. Apesar disso, muitas dessas estratégias de resolução são empregadas até os dias atuais. A seguir o quadro 12 apresenta um exemplo de procedimento desenvolvido com o objetivo de melhorar o desempenho dos alunos na resolução de problemas (BRIANSO, 1985). Essa estratégia compreende a execução de quatro (04) passos sequenciais para a resolução de problemas em Química e Física.

**Quadro 12.** Passos e procedimentos para a resolução de problemas.

| <b>Passo</b> | <b>Procedimentos</b>   |
|--------------|--|
| 1º           | Ler atentamente o problema. Estabelecer dados e incógnitas.  |
| 2º           | Planejar de que forma deve ser resolvido: passar de dados a incógnitas.  |
| 3º           | Especificar claramente o que representa cada número, com as unidades correspondentes. Examinar se as respostas são racionais e sensatas. |
| 4º           | Se não sabe como resolver é necessário pedir explicação o mais rápido possível.  |

De acordo com o quadro 12 a resolução de problemas deve seguir uma sequência de quatro (04) passos. O primeiro passo tem o objetivo de que o problema seja compreendido juntamente com os dados fornecidos. O segundo passo tem a finalidade de planejar a resolução do problema a partir dos dados do enunciado. O terceiro passo corresponde à identificação das variáveis envolvidas na resolução e suas unidades, além disso, nesse passo é recomendado analisar se as respostas obtidas para o problema são adequadas e respondem satisfatoriamente ao que foi solicitado. No quarto passo, é recomendado pedir explicações sobre o problema o mais rápido possível, visto que, não foi possível resolvê-lo até o momento. Essa sequência de passos foi proposta por Brianso (1985). Vale salientar que no período em que muitas estratégias desse tipo foram desenvolvidas o termo ‘problema’, era para muitos pesquisadores, sinônimo de ‘exercício’.

Apesar da eficácia de alguns desses procedimentos de resolução em alguns tipos de problema, não há garantias de que qualquer resolvidor utilizando esses passos solucionarão corretamente todos os tipos de problema. O desenvolvimento dessas estratégias de resolução foi um avanço importante nas pesquisas sobre a

resolução de problemas (PERALES, 2000), no entanto, atualmente, as pesquisas com esse enfoque são escassas, visto que inúmeros estudos sob essa perspectiva diferem pouco, geralmente, os passos recomendados para a resolução de problemas são semelhantes. Observa-se que a maioria das estratégias de resolução propostas é semelhante à proposta pioneira de Polya (1995) no campo da Matemática (ECHEVERRÍA e POZO, 1998). Os procedimentos de resolução propostos por Polya (1995) foram utilizados principalmente na Matemática, no entanto, o caráter específico dos problemas dessa área, limitou em parte a expansão dessas etapas para a resolução de problemas em outras áreas.

Os defensores desse enfoque afirmam que as estratégias de resolução não podem ser recebidas como regras imutáveis e sim como passos flexíveis que podem ser seguidos de forma sequencial, ou não, para a resolução de problemas. Além disso, essas estratégias de resolução não se limitam a uma área de conhecimento específica, podendo ser aplicadas em diversos campos do saber (ECHEVERRÍA e POZO, 1998). Aos poucos o desenvolvimento de procedimentos gerais para a resolução de problemas foi dando espaço para a evolução de outra linha de pesquisa que tinha como objetivo desenvolver estratégias mais específicas de resolução através da comparação entre os procedimentos de resolução aplicados por expertos e novatos na resolução de problemas.

A resolução de problemas por expertos e novatos corresponde a uma linha de pesquisa que aborda ao processo de resolução a partir da comparação entre os procedimentos e etapas utilizadas por especialistas (expertos) na resolução de problemas em uma determinada área do conhecimento e os passos utilizados por iniciantes (novatos) (ECHEVERRÍA e POZO, 1998). Esse tipo de estudo busca conhecer as estratégias de resolução utilizadas pelos expertos com o objetivo de ensiná-las aos novatos e com isso melhorar o desempenho na resolução de problemas (PERALES, 2000). Foi identificado apenas um (01) estudo sob essa perspectiva, no qual ainda foi identificada outra linha de pesquisa.

Ao longo dos anos as pesquisas sobre a resolução de problemas envolvendo a comparação entre os expertos e novatos proporcionaram diversos avanços na compreensão sobre as etapas envolvidas na resolução de problemas, também foi constatado que para resolver problemas são necessários conhecimentos e habilidades específicas que dependem do campo ao qual o problema está inserido (ECHEVERRÍA e POZO, 1998; CEBERIO, et al, 2008). Nesse sentido, um experto

(especialista) em resolver problemas em uma determinada área do conhecimento comporta-se como um novato (iniciante) ao resolver problemas de outra área.

As pesquisas sobre a linha de investigação que compara os procedimentos de resolução de problemas entre expertos e novatos obtiveram avanços significativos, permitindo traçar de forma geral as principais características dos expertos e novatos nesse processo (ECHEVERRÍA e POZO, 1998) conforme o quadro 13 a seguir.

**Quadro 13.** Características gerais dos expertos e novatos na resolução de problemas.

| <b>Características</b>                       |   |
|--|---|
| <b>Expertos</b>                              | <b>Novatos</b>                            |
| São mais rápidos.                            | São mais lentos.                          |
| Erram menos.                                 | Erram mais.                               |
| Usam estratégias conhecidas.                 | Usam o método da tentativa e erro.        |
| Evitam situações novas ou desconhecidas.     | Utilizam caminhos desconhecidos.          |
| Planejam a resolução de forma mais adequada. | Planejam a resolução de forma inadequada. |
| Descobrem facilmente seus erros.             | Descobrem seus erros com dificuldade.     |
| Conhecem melhor as regras que devem aplicar. | Desconhecem as regras que devem aplicar.  |
| São mais eficientes.                         | São menos eficientes.                     |

A comparação entre expertos e novatos baseia-se nos procedimentos utilizados por ambos na resolução de problemas. Os expertos quase sempre utilizam estratégias conhecidas ou familiares que lhes permitem resolver problemas de forma mais rápida e eficiente, visto que conhecem de antemão as regras que podem ser usadas, enquanto que, os novatos utilizam estratégias que na maioria das vezes são desconhecidas, por esse motivo essas estratégias podem solucionar o problema de forma correta ou levar a erros, fazendo com que os novatos sejam mais lentos e menos eficientes na resolução de problemas (ECHEVERRÍA e POZO, 1998).

A eficiência na resolução de problemas pelos expertos é consequência de sua maior experiência, conhecimentos prévios e habilidades na área de conhecimento em questão (COSTA e MOREIRA, 1996; CEBERIO, et al, 2008). Os novatos são menos eficientes na resolução devido à falta de experiência e habilidades na

resolução de problemas nessa área específica. Nesse sentido, a resolução de problemas de forma eficiente tem como fator decisivo a área na qual os problemas estão inseridos. Os expertos para serem considerados especialistas resolveram muitos problemas em sua área, esse fato lhes confere maior rendimento quando comparado a um novato (ECHEVERRÍA e POZO, 1998).

Essa linha de pesquisa supõe que as habilidades na resolução de problemas podem ser treinadas, ou seja, as estratégias utilizadas pelos expertos podem ser aprendidas pelos novatos, esse fato desconsidera a dimensão criativa da resolução de problemas. Além disso, esse tipo de pesquisa minimiza as ações do aluno durante o processo de resolução, dessa forma, o aluno apenas aplica as estratégias sobreaprendidas (CEBERIO, et al, 2008). De acordo com o enfoque de aprendizagem construtivista, as ações desenvolvidas pelos alunos durante o processo de resolução são importantes para a aprendizagem que é o objetivo principal da resolução de problemas.

A comparação entre as estratégias de resolução de problemas utilizadas por expertos e novatos consiste em uma linha de pesquisa importante, no entanto, foi percebido que as estratégias de resolução dependem de alguns fatores (variáveis) que influem diretamente no rendimento obtido na resolução de problemas (PERALES, 2000). Nesse sentido, outra linha de pesquisa foi emergindo, buscando identificar as variáveis e as contribuições de cada uma delas no processo de resolução de problemas.

O estudo das variáveis que influenciam o processo de resolução de problemas em Química corresponde a uma linha de pesquisa na qual foram identificados nove (09) estudos, sendo que em um deles outra linha de pesquisa também foi identificada. Os estudos sob essa orientação foram muito importantes para a compreensão de muitos aspectos envolvidos na resolução de problemas. Observa-se na realidade que diversas variáveis influem na resolução de problemas entre as quais as mais importantes são: o enunciado do problema, o contexto da resolução e as características pessoais do resolvidor (PERALES, 2000). Foram identificados três focos temáticos dentro dessa linha de investigação que correspondem às três variáveis citadas anteriormente.

Quanto às variáveis relativas ao enunciado, foram identificados três (03) estudos sob esse foco temático. No que se refere às variáveis referentes ao contexto da resolução foram identificados quatro (04) artigos. Em relação às

variáveis do solucionador foram identificadas seis (06) investigações. Esse conjunto de estudos que aborda a resolução de problemas a partir das variáveis permite compreender que esse processo é complexo, tendo em vista que, recebe a influência de um grande número de fatores (PERALES, 2000).

Em relação ao enunciado do problema, vários fatores podem influenciar diretamente na forma a qual ele é resolvido (LANGLOIS, et al, 1995). A compreensão do enunciado é a primeira condição, necessária, mas não é suficiente, para que o problema seja resolvido (PERALES, 2000). Os dados e o enunciado do problema como um todo precisam estar claros para que o obstáculo a ser transposto seja reconhecido e motivar o resolvidor para buscar uma solução. As variáveis do enunciado podem ser classificadas em três (03): (i)- tipo do enunciado (aberto, fechado, real, artificial, etc.); (ii)- linguagem (técnica, vocabulário, complexidade, amplitude, etc.); (iii)- informação (quantidade e qualidade das informações) (PERALES, 2000). As variáveis relativas ao enunciado correspondem a um conjunto de fatores que podem definir como o problema será solucionado. O sucesso na resolução de problemas depende, em parte, de que os problemas propostos estejam bem formulados.

Quanto às variáveis relacionadas ao contexto da resolução, é importante que o meio no qual o problema esteja sendo solucionado seja adequado. É necessário que na sala de aula o professor e os alunos cooperem para gerar um clima propício para a resolução de problemas. O ambiente de resolução deve proporcionar ao resolvidor condições de espaço, tempo e interações (aluno-aluno e aluno-professor) para que o processo de resolução ocorra de forma satisfatória. É preciso criar no ambiente escolar uma cultura de resolução de problemas de forma que os estudantes sintam-se a vontade para buscar soluções quando os problemas forem propostos (LOPES, 1994). As variáveis relativas ao contexto da resolução contribuem sobremaneira na forma em que os problemas são solucionados, em virtude disso, é necessário adequar o ambiente de resolução para que os alunos possam mobilizar seus conhecimentos prévios e habilidades em busca de uma solução adequada para os problemas propostos.

As características pessoais do resolvidor correspondem a um conjunto de variáveis significativas na resolução de problemas (SOLÁZ-PORTOLÉS, 2010). Nesse grupo de variáveis, encontra-se: interesse, disponibilidade, motivação, persistência, ritmo de trabalho, fatores emocionais, aptidão para a resolução de

problemas, habilidades para trabalhar em grupo e fatores socioculturais (LOPES, 1994). O resolvidor é o personagem mais importante do processo de resolução de problemas, dessa forma, seus conhecimentos prévios e suas habilidades são fundamentais para o processo de resolução. A comparação entre os procedimentos de resolução de problemas utilizados por expertos e novatos define de forma clara como as características do solucionador são essenciais para a resolução de problemas (PERALES, 2000).

A linha de pesquisa que aborda a resolução de problemas como um processo investigativo corresponde a um novo enfoque para o ensino (CEBERIO, et al, 2008) e vêm obtendo resultados satisfatórios em relação à aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes (GARCÍA, 2000; GOI e SANTOS, 2009; LACERDA, et al, 2012). Essa linha de pesquisa consiste na proposição e aplicação de intervenções didáticas com o objetivo de contribuir para melhorar os processos de ensino e aprendizagem de conteúdos químicos. Os estudos nessa linha de pesquisa correspondem a mais de 50% dos estudos publicados em periódicos nacionais e internacionais nos últimos dez anos (22 estudos).

A proposição, a aplicação intervenções didáticas e a formação de professores correspondem aos três (03) focos temáticos identificados na linha de pesquisa que aborda a resolução de problemas como investigação. Foram identificados seis (06) estudos referentes à proposição de intervenções didáticas baseadas na resolução de problemas para a aprendizagem de conteúdos químicos. Em relação à aplicação de intervenções didáticas foram identificados (13) treze estudos. Quanto às investigações visando à formação de professores foram identificados três (03) estudos com esse foco temático.

Observa-se que os estudos que abordam a resolução de problemas como investigação apresentam dois referenciais teóricos diferentes: como Investigação Dirigida (CARVALHO e GIL- PÉREZ, 2011; CASTRO, et al, 1994; GIL-PÉREZ, et al, 1992, GIL-PÉREZ, 1988), totalizando quinze estudos (15) e segundo os princípios da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) (BARELL, 2007, ARAÚJO e SASTRE, 2009; RIBEIRO, 2010; MAMEDE e PENAFORTE, 2001), sete estudos (07). Esses dois referenciais teóricos utilizam um problema para desencadear o processo de ensino-aprendizagem, no entanto, divergem em relação aos procedimentos didáticos que são empregados durante a intervenção didática (CAMPANARIO e MOYA, 1999; CEBERIO, et al, 2008). A seguir o quadro 14

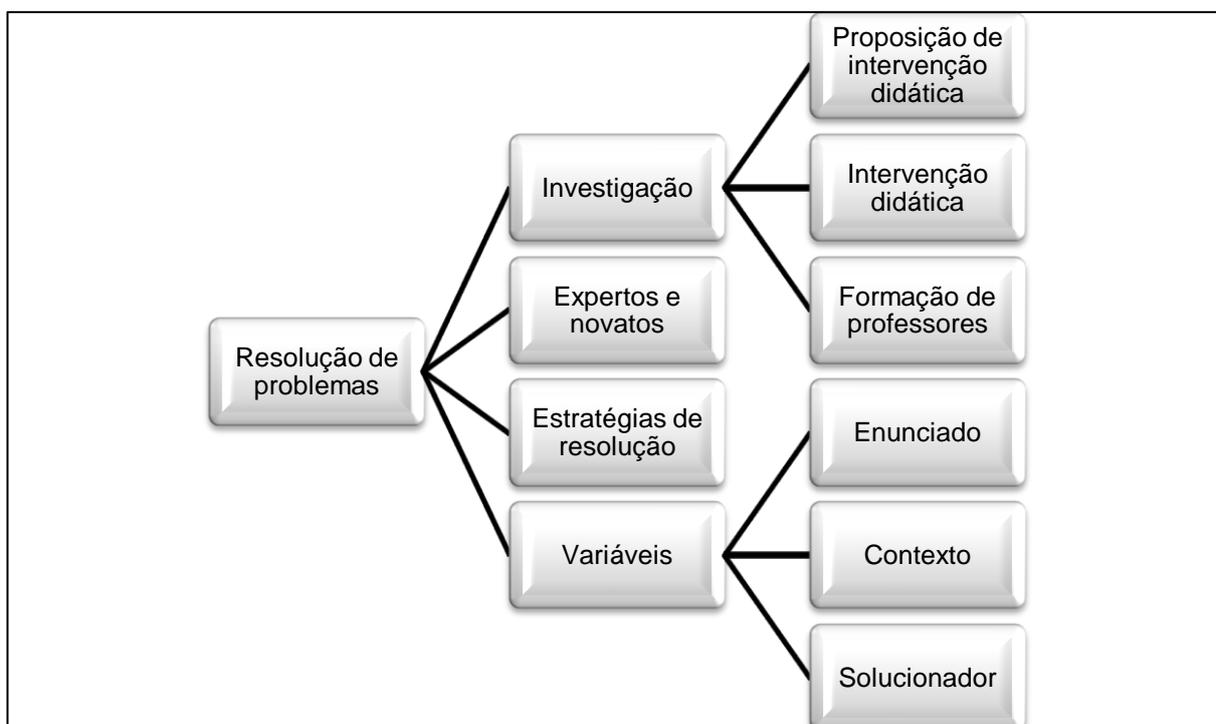
apresenta os principais procedimentos didáticos/ etapas relacionados a esses dois enfoques para a resolução de problemas como investigação.

**Quadro 14.** Procedimentos didáticos relacionados à resolução de problemas como Investigação Dirigida e segundo os pressupostos da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).

| <b>Procedimentos/ Etapas</b>  |  |
|---|--|
| <b>Investigação Dirigida</b><br>(CASTRO, et al, 1994)                                   | <b>Aprendizagem Baseada em Problemas</b><br>(SCHMIDT, 1983)                          |
| 1º. Considerar qual pode ser o interesse da situação problemática abordada;             | 1º. Esclarecer termos e expressões no texto do problema.                             |
| 2º. Começar por um estudo qualitativo do problema;                                      | 2º. Definir o problema.  |
| 3º. Emitir hipóteses fundamentadas sobre o problema proposto;                           | 3º. Analisar o problema.   |
| 4º. Elaborar e explicar possíveis estratégias de resolução antes de executá-las;        | 4º. Sistematizar a análise e hipóteses de explicação, ou solução do problema.        |
| 5º. Realizar a resolução verbalizando ao máximo e fundamentando cada tomada de decisão; | 5º. Formular os objetivos de aprendizagem.   |
| 6º. Analisar cuidadosamente os resultados à luz das hipóteses elaboradas;               | 6º. Identificar fontes de informação e adquirir novos conhecimentos individualmente. |
| 7º. Considerar as novas perspectivas abertas pela investigação realizada;               | 7º. Sintetizar conhecimentos e revisar hipóteses iniciais para o problema.           |
| 8º. Elaborar uma memória que explique todo o processo de resolução.                     |  |

De acordo com o quadro 14, observa-se algumas semelhanças entre algumas etapas desses modelos de ensino que abordam a resolução de problema como um processo investigativo. Esses dois modelos buscam propor e realizar intervenções didáticas visando explorar conteúdos químicos a partir da resolução de problemas. Também foi observado que alguns desses estudos tinham como objetivo a formação de professores, nesse sentido, algumas investigações buscavam identificar as concepções de professores sobre problemas, exercícios e a importância didática dessas atividades.

A partir da caracterização das linhas de pesquisa e dos focos temáticos identificados observa-se que as pesquisas sobre a resolução de problemas em Química apresentam enfoques teóricos diversificados que conferem a essa linha de pesquisa da Didática das Ciências várias opções para o desenvolvimento de estratégias didáticas que contribuam para o ensino de Química. A figura 7 a seguir apresenta um fluxograma hierárquico com as linhas de pesquisa e os focos temáticos identificados nos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais.



**Figura 7.** Linhas de pesquisa e focos temáticos identificados nos estudos publicados sobre a resolução de problemas em Química em periódicos nacionais e internacionais.

No que se refere ao tipo de estudo, observa-se que vinte e duas (22) investigações são pesquisas aplicadas e doze (12) são estudos teóricos. As pesquisas aplicadas em sua maioria estão relacionadas às intervenções didáticas vinculadas ao ensino de conteúdos químicos. Enquanto que os estudos teóricos abordam a resolução de problemas do ponto de vista descritivo, seja na proposição

de intervenções didáticas ou na análise bibliográfica das pesquisas sobre a resolução de problemas em Química.

A seguir são apresentadas algumas características metodológicas dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais.

#### 4.4 Análise metodológica dos estudos publicados em periódicos nacionais e internacionais sobre a resolução de problemas em Química

A análise metodológica das pesquisas publicadas em periódicos nacionais e internacionais sobre a resolução de problemas em Química levou em consideração os seguintes aspectos: conteúdo químico, metodologia utilizada, sujeitos de pesquisa e instrumentos de coleta de dados.

O quadro 15, a seguir, apresenta os principais dados metodológicos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais.

**Quadro 15.** Aspectos metodológicos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais.

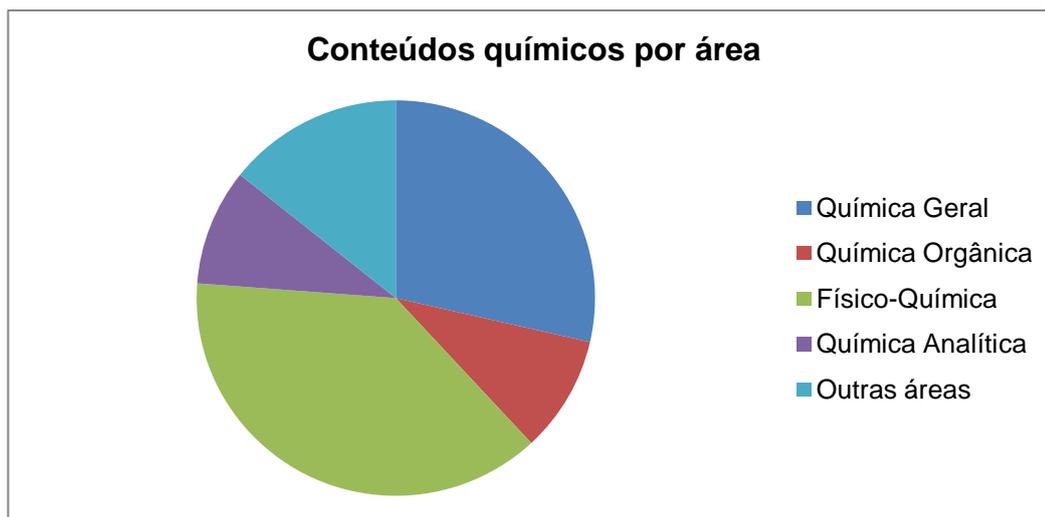
| <b>Código</b> | <b>Conteúdo(s) Químico(s)</b>             | <b>Metodologia</b> | <b>Sujeitos</b>                        | <b>Inst. de coleta de dados</b>  |
|---------------|---|--------------------|--|--|
| <b>E1</b>     | Estudo dos gases.                         | Qualitativa        | -                                      | -  |
| <b>E2</b>     | -   | Qualitativa        | Professores de Química do Ensino Médio | Questionário e videografia.  |
| <b>E3</b>     | Reações de combustão e impacto ambiental. | Qualitativa        | Alunos do Ensino Médio                 | Produções bibliográficas e relatórios elaborados pelos alunos, e questionário. |

|            |  |                              |  |   |
|------------|--|------------------------------|--|---|
| <b>E4</b>  | Mistura, substância simples, substância composta e elemento químico. | Qualitativa                  | Alunos do Ensino Médio   | Questionário, resposta um jogo de palavras cruzadas e resolução por escrito de uma situação-problema.               |
| <b>E8</b>  | Química orgânica.  | Qualitativa                  | Alunos do Ensino Superior  | Diário de classe, produções escritas pelos estudantes, entrevista, questionário, apresentações e avaliação escrita. |
| <b>E9</b>  | -  | Qualitativa                  | -  | -   |
| <b>E10</b> | Pesticidas organofosforados  | Qualitativa                  | Alunos do Ensino Médio/Técnico   | Observação, pareceres escritos produções escritas dos alunos.   |
| <b>E18</b> | Equilíbrio químico.  | Qualitativa/<br>Quantitativa | Alunos do Ensino Médio, Superior, recém-graduados e professores de Química em exercício. | Respostas aos problemas propostos.  |
| <b>E19</b> | Reações químicas em meio aquoso.                                     | Qualitativa                  | Alunos do Ensino Superior  | Respostas aos problemas propostos e questionário.   |
| <b>E20</b> | -  | Qualitativa/<br>Quantitativa | Professores de Química do Ensino Médio   | Questionário.   |

|            |  |                              |  |  |
|------------|--|------------------------------|--|--|
| <b>E21</b> | Manipulação de materiais químicos, medição de massas e volumes, preparação de soluções, volumetria, caráter ácido-base, quantidade de substância, etc. | Qualitativa                  | Alunos do Ensino Médio                 | Observação, audiografia, videografia, entrevistas, questionário e diários de classe. |
| <b>E22</b> | -  | Qualitativa                  | Professores de Química do Ensino Médio | Entrevistas.   |
| <b>E24</b> | Estequiometria.  | Qualitativa                  | Alunos do Ensino Superior              | Mapas conceituais elaborados pelos alunos.   |
| <b>E25</b> | Volumetria.  | Qualitativa                  | -                                      | -  |
| <b>E26</b> | -  | Qualitativa                  | -                                      | -  |
| <b>E27</b> | -  | Qualitativa/<br>Quantitativa | Alunos do Ensino Médio e Superior      | Respostas dos problemas pelos alunos.  |
| <b>E28</b> | Estequiometria.  | Qualitativa                  | -                                      | -  |
| <b>E29</b> | -  | Qualitativa                  | -                                      | -  |
| <b>E30</b> | -  | Qualitativa                  | -                                      | -  |
| <b>E31</b> | Química Orgânica   | Qualitativa                  | Alunos de Pós-Graduação                | Entrevistas.   |
| <b>E32</b> | -  | Qualitativa                  | -                                      | -  |
| <b>E33</b> | -  | Qualitativa/<br>Quantitativa | Alunos do Ensino Médio                 | Questionário.  |
| <b>E34</b> | -  | Qualitativa                  | -                                      | -  |
| <b>E35</b> | -  | Qualitativa                  | -                                      | -  |
| <b>E36</b> | Termodinâmica.   | Qualitativa                  | Alunos do Ensino Superior              | Questionário.  |
| <b>E37</b> | Equilíbrio iônico.   | Qualitativa/<br>Quantitativa | Alunos do Ensino Superior              | Mapas conceituais e avaliação escrita.   |
| <b>E38</b> | Reações ácido-base.  | Qualitativa                  | -                                      | -  |

|            |  |                          |                                      |  |
|------------|--|--------------------------|--------------------------------------|--|
| <b>E45</b> | pH, eletroquímica, equilíbrio químico e termodinâmica.     | Qualitativa/Quantitativa | Alunos do Ensino Superior            | Respostas aos problemas propostos.   |
| <b>E46</b> | Adsorção, viscosidade, tensão superficial e condutividade. | Qualitativa/Quantitativa | Alunos do Ensino Superior            | Questionário, apresentações orais e documentos e relatórios produzidos pelos alunos. |
| <b>E47</b> | Estequiometria.  | Qualitativa              | Alunos do Ensino Médio               | Questionário.  |
| <b>E48</b> | Eletroquímica.   | Qualitativa/Quantitativa | Alunos do Ensino Médio               | Entrevista e questionário.   |
| <b>E49</b> | Termodinâmica.   | Qualitativa/Quantitativa | Alunos do Ensino Superior            | Entrevista e questionário.   |
| <b>E62</b> | -  | Qualitativa/Quantitativa | Professores e alunos do Ensino Médio | Questionário e entrevista.   |
| <b>E63</b> | -  | Qualitativa              | Alunos do Ensino Médio               | Audiografia, videografia e relatórios elaborados pelos alunos.                       |

De acordo com o quadro 15, os conteúdos químicos identificados nos estudos são diversificados, incluindo as principais áreas da Química: Química Geral, Físico-Química, Química Orgânica, etc. Além disso, algumas investigações abordaram o desenvolvimento de conhecimentos procedimentais em relação aos métodos utilizados em análises químicas e a manipulação de equipamentos e reagentes de laboratório comuns em Química. A seguir a figura 8 apresenta a distribuição dos conteúdos químicos nos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais por área da Química.



**Figura 8.** Conteúdos químicos identificados nos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais por área da Química.

Observa-se no gráfico da figura 8 que os conteúdos referentes à Química Geral e à Físico-Química foram os mais presentes nos estudos. Isso pode ser explicado, em parte, pelas dificuldades apresentadas pelos alunos na aprendizagem dos conteúdos dessas áreas, conforme identificado em várias pesquisas (MORTIMER e MIRANDA, 1995; MORTIMER, 1995; FERNANDEZ e MARCONDES, 2006; FERNANDES, et al, 2010). Nesse sentido, torna-se necessário o desenvolvimento de mais estratégias didáticas apoiadas na resolução de problemas e em outras perspectivas de ensino com a finalidade de contribuir para a aprendizagem dos estudantes.

Em relação aos conteúdos de Química geral observa-se que o tema mais presente nos estudos foi Estequiometria. De acordo com Santos e Silva (2013) as dificuldades de aprendizagem em relação ao tema estequiometria levam pesquisadores ao desenvolvimento de estratégias didáticas para auxiliar os alunos no entendimento desse tema. Esse assunto desperta nos estudantes dificuldades de aprendizagem, que em muitos casos, estão relacionadas com os aspectos matemáticos. Nesse sentido, é necessário incluir no currículo de Química Geral, atividades teóricas e práticas que contribuam para que o tema estequiometria seja compreendido de forma mais satisfatória do ponto de vista dos conhecimentos conceituais e procedimentais pelos estudantes.

A resolução de problemas no ensino do tema estequiometria pode ser utilizada para explorar os conteúdos conceituais relacionados a esse assunto, tais como: mol, massa atômica, massa molar, etc. Sem a compreensão dos aspectos teóricos, a resolução de problemas envolvendo cálculos estequiométricos fica comprometida, é necessária a assimilação dos conceitos para que os problemas possam ser compreendidos e solucionados de forma a gerar aprendizagem nos alunos. Recomenda-se que os problemas de estequiometria envolvam, não só a dimensão quantitativa, mas também a teórica, de forma que os dados possam ser utilizados e que o processo de resolução possa fazer sentido para os alunos. A integração entre essas duas dimensões permite que a resolução de problemas envolvendo cálculos estequiométricos desenvolva nos estudantes uma compreensão satisfatória sobre os aspectos quantitativos relacionados às reações químicas.

Quanto aos conteúdos de Físico-Química, o mais presente nos estudos foi Equilíbrio Químico. Machado e Aragão (1996) identificaram algumas concepções alternativas apresentadas por estudantes sobre esse assunto: (i)- a situação de equilíbrio químico é um estado em que nada mais ocorre; (ii)- no estado de equilíbrio as quantidades de reagentes e produtos são iguais; (iii)- a constante de equilíbrio é um valor numérico aplicado a uma reação desequilibrada para que o equilíbrio seja atingido. Essas concepções alternativas evidenciam a falta de compreensão dos estudantes sobre a situação de equilíbrio químico bem como o que esse estado representa para as reações químicas. Com o objetivo de contribuir para a aprendizagem de equilíbrio químico muitas estratégias didáticas são apontadas na literatura, tais como: uso de experimentos (MAIA, et al, 2005; FERREIRA, et al 1997), modelos de ensino (MILAGRES e JUSTI, 2001) analogias (RAVILOLO e GARRITZ, 2008) e resolução de problemas (MARTÍNEZ e ESPINOZA, 2009).

A resolução de problemas no ensino do tema equilíbrio químico pode se constituir em uma estratégia didática eficiente no que se refere à minimização das concepções alternativas apresentadas pelos alunos. Nesse sentido, a resolução de problemas teóricos pode contribuir para o desenvolvimento de uma visão dinâmica da situação de equilíbrio químico nos alunos. A proposição de problemas de caráter quantitativo pode ser utilizada para que os estudantes possam assimilar a dimensão quantitativa do estado de equilíbrio químico, dessa forma, os cálculos envolvendo a constante de equilíbrio podem ser utilizados para prever a extensão das reações

químicas. Além disso, podem ser explorados problemas experimentais que permitem abordar a situação de equilíbrio químico a partir de atividades práticas, permitindo abordar esse tema de forma mais concreta. Nesse sentido, a resolução de problemas pode ser explorada de forma a integrar os aspectos teóricos, simbólicos e fenomenológicos, contribuindo para que os alunos desenvolvam uma compreensão completa sobre o estado de equilíbrio das reações químicas.

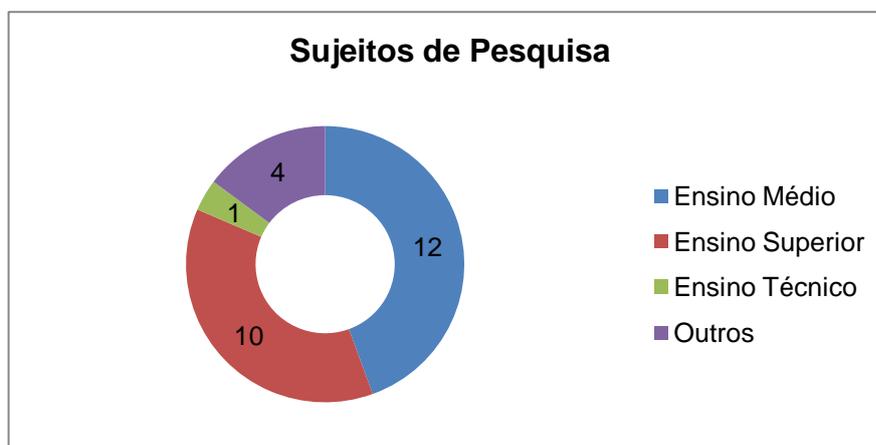
Em relação aos aspectos metodológicos, observa-se que todos os estudos analisados (trinta e quatro (34)) possuem elementos que os caracterizam como qualitativos (LUDKE e ANDRÉ, 1986). Os estudos qualitativos apresentam as seguintes características segundo Bogdan e Biklen (2010):

1. Tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento;
2. Os dados coletados são predominantemente descritivos;
3. A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto;
4. O “significado” que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial do pesquisador;
5. A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo (BOGDAN e BIKLEN, 2010).

Observa-se que os estudos analisados apresentam a maior parte dessas características. Nesse sentido, as pesquisas em sua maioria apresentam o ambiente escolar como principal fonte de dados. Os dados analisados nas investigações são descritos e posteriormente interpretados à luz de teorias. Nas pesquisas que envolvem a proposição e a aplicação de intervenções didáticas observa-se que o desenvolvimento intelectual dos alunos evidenciado ao longo do processo formativo possui maior importância que a resposta final dos problemas solucionados. A realidade tal como é expressa pelos sujeitos de pesquisa consiste em um elemento significativo dos estudos analisados, tendo em vista que, entre os sujeitos podem ser identificados diversos pontos de vista sobre uma mesma questão. A análise dos dados nas investigações obedece em parte ao processo indutivo que busca obter dos dados coletados a comprovação ou a rejeição das hipóteses formuladas *a priori* (LUDKE e ANDRÉ, 1986).

Uma parte dos estudos classificados como qualitativos (dez (10)), também apresenta métodos quantitativos de análise com a finalidade de tornar os resultados obtidos mais objetivos, nesse sentido, foram utilizados testes estatísticos e softwares para analisar os dados. A integração de métodos qualitativos e quantitativos confere maior rigor às pesquisas, uma vez que, existe a triangulação de métodos, dessa forma cada método compensa e completa as deficiências do outro (FLICK, 2004; GRECA, 2002). Dessa forma, as pesquisas sobre a resolução de problemas em Química que utilizam métodos qualitativos e quantitativos contribuem para a estruturação metodológica das investigações sobre essa perspectiva de ensino.

Os sujeitos de pesquisa identificados nos estudos analisados pertencem a diversos níveis de ensino, no entanto, predominam sujeitos que são alunos do Ensino Médio e do Ensino Superior, conforme a figura 9 a seguir.

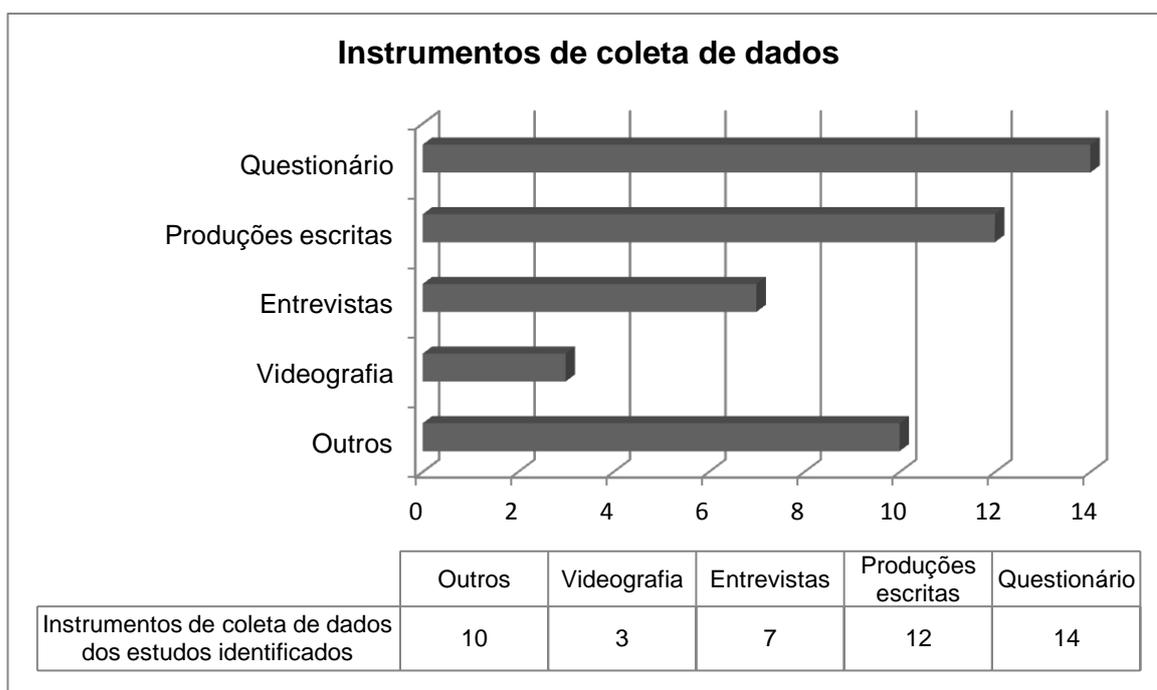


**Figura 9.** Sujeitos de pesquisa identificados nos estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais.

Os dados da figura 9 indicam que muitas investigações sobre a resolução de problemas em Química estão orientadas para estudantes do Ensino Médio e do Ensino Superior, esses estudos, em sua maioria, buscam desenvolver pesquisas com o objetivo de melhorar a compreensão dos conteúdos químicos nesses níveis de ensino. Na categoria outros, se encontram sujeitos de pesquisa: professores e alunos de Pós-Graduação. Essa diversidade de sujeitos de pesquisa sugere que a resolução de problemas em Química consiste em uma perspectiva de ensino e

aprendizagem que abrange vários níveis de ensino e ainda contribui para a formação de professores. Nesse sentido, as pesquisas sob essa perspectiva de ensino buscam promover o desenvolvimento de habilidades e competências nos estudantes bem como oferecer aos professores mais uma opção metodológica em termos de estratégias didáticas. Esses artigos em sua maioria pertencem à linha de pesquisa que aborda a resolução de problemas como uma investigação.

Em relação aos instrumentos de coleta de dados, foram utilizados instrumentos diversificados, no entanto, predominaram os questionários, as produções escritas dos alunos (relatórios, respostas do problema, mapas conceituais, etc.) e as entrevistas. Na categoria outros, observa-se uma grande quantidade de instrumentos: diários de classe, fichas de observação, audiografia, etc. Os dados referentes aos instrumentos de coleta de dados identificados nos estudos analisados encontram-se no gráfico da figura 10 a seguir.



**Figura 10.** Instrumentos de coleta de dados identificados nos estudos sobre a resolução de problemas publicados em periódicos nacionais e internacionais.

Os instrumentos de coleta de dados identificados nos estudos analisados na maioria das vezes estavam combinados uns com os outros, isso garante maior fidedignidade aos resultados, tendo em vista que, os dados são comparados entre os diversos instrumentos. Essa triangulação dos métodos de coleta de dados tem por objetivo básico abranger a máxima amplitude na descrição, explicação e compreensão do foco em estudo (TRIVIÑOS, 1987). Nos estudos analisados observa-se que a triangulação dos métodos de coleta de dados foi importante para que os sujeitos de pesquisa pudessem se expressar de várias maneiras, dessa forma, os sujeitos que apresentam dificuldade em se expressar em um método podem se expressar com maior facilidade em outro.

O questionário foi o instrumento de coleta de dados mais utilizado nos estudos analisados. Segundo Gil (1987) o questionário consiste em uma técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito a pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas, etc. Nos estudos analisados observa-se que o questionário foi utilizado de forma a obter informações sobre os sujeitos de pesquisa, sobre como eles resolvem problemas em Química e quais são as dificuldades nesse processo. A utilização do questionário nas pesquisas da área de Ensino de Ciências apresenta algumas vantagens e limitações (GIL, 1987) de acordo com o quadro 16 a seguir.

**Quadro 16.** Vantagens e limitações dos questionários (GIL, 1987).

| <b>Questionário</b>  |   |
|--|---|
| <b>Vantagens</b>   | <b>Limitações</b>   |
| Pode atingir uma amostra grande e distribuída geograficamente.                 | Exclui da amostra pesquisada sujeitos não alfabetizados.  |
| Redução de custos com o treinamento de pessoal especializado para a aplicação. | Dificulta ao sujeito pesquisado quando as perguntas não são compreendidas.                                  |
| Anonimato dos dados coletados.   | Impede em muitos casos o conhecimento do pesquisador quanto às condições em que as respostas são expressas. |
| Os sujeitos tem liberdade para responder no momento mais conveniente.          | Em alguns casos não há garantia da devolução do questionário, nem que ele esteja respondido.                |
| Não expõe o pesquisador às opiniões pessoais dos sujeitos pesquisados.         | Envolve geralmente um número pequeno de perguntas.  |

O questionário como um instrumento de coleta de dados de acordo com o quadro 16 apresenta vantagens e limitações que devem ser levadas em consideração no momento da escolha dos instrumentos de coleta que serão utilizados em uma pesquisa. Na elaboração de um questionário é preciso levar em consideração: (i)- o conteúdo; (ii)- a estrutura gramática; (iii)- a ordem das perguntas; (iv)- a quantidade de questões (CHAER, et al, 2011). Nos estudos analisados percebe-se que os questionários aplicados apresentam geralmente um pequeno número de questões que foram formuladas com o objetivo de obter as informações necessárias para a realização das pesquisas.

As produções escritas dos alunos, além do questionário, foi um dos instrumentos mais utilizados nos estudos analisados. Essas produções escritas correspondem a respostas a problemas, relatórios, produções bibliográficas, pequenas pesquisas, etc. Esses dados são importantes na medida em que expressam a opinião de seus produtores, nesse caso, os sujeitos de pesquisa. Além disso, essas produções correspondem ao envolvimento dos sujeitos pesquisados nas atividades propostas. As produções escritas identificadas nos estudos analisados indicam que os sujeitos pesquisados foram ativos e participaram espontaneamente de todas as atividades propostas.

As entrevistas foram utilizadas em muitos estudos analisados. Esse instrumento de coleta de dados é definido por Gil (1987) como uma técnica em que o investigador se apresenta frente ao entrevistado e lhe formula perguntas, com o objetivo de obtenção dos dados que interessam à investigação. Existem na literatura diversos métodos de entrevista, no entanto, observou-se nos estudos analisados que a entrevista semi-estruturada foi a mais utilizada. De acordo com Ribeiro (2008) nas entrevistas semi-estruturadas as questões devem ser formuladas de forma a permitir que o sujeito discorra e verbalize seus pensamentos, tendências e reflexões sobre os temas apresentados. Segundo Gil (1987) as entrevistas apresentam algumas vantagens e limitações que estão dispostas no quadro 17 a seguir.

**Quadro 17.** Vantagens e limitações das entrevistas (GIL, 1987).

| <b>Entrevista</b>   |  |
|---|--|
| <b>Vantagens</b>  | <b>Limitações</b>  |
| Possibilita a obtenção de dados referentes aos mais diversos aspectos da vida social. | A falta de motivação do entrevistado em alguns casos.                        |
| Permite a obtenção de dados profundos.  | A compreensão inadequada das perguntas formuladas.                           |
| Os dados obtidos são suscetíveis à classificação e quantificação.                     | O fornecimento de respostas falsas.  |
| Oferece maior flexibilidade quanto ao entendimento das perguntas.                     | Inabilidade ou incapacidade do entrevistado para responder a questões orais. |
| Possibilita captar as expressões orais e corporais dos sujeitos pesquisados.          | Influência mútua entre o entrevistador e o entrevistado.                     |

A partir das vantagens e limitações do uso de entrevistas como um instrumento de coleta de dados expostas no quadro 17, observa-se que essa técnica apresenta um potencial significativo para obter dados nas pesquisas sobre a resolução de problemas. Nos estudos analisados as entrevistas realizadas tiveram seus dados posteriormente transcritos e levados à análise. As entrevistas semi-estruturadas realizadas nos estudos analisados identificaram as concepções dos sujeitos de pesquisa investigados sobre diversos aspectos da resolução de problemas em Química.

Na categoria outros, foram classificados alguns instrumentos de coleta de dados menos comuns, tais como: fichas de observação, audiografia, mapas conceituais, etc. Esses instrumentos representam uma parcela diversificada de técnicas que podem ser utilizadas nas investigações sobre a resolução de problemas.

A seguir serão apresentados os dados referentes aos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.

#### 4.5 Análise dos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias

Além da análise das investigações sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais, esta pesquisa também analisou as pesquisas apresentadas no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Foram analisados os estudos sobre a resolução de problemas Química apresentados nas modalidades oral e pôster nesse evento no que se refere aos aspectos bibliográficos, teóricos e metodológicos seguindo os mesmos critérios e categorias que foram aplicados aos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais.

##### 4.5.1 Análise bibliográfica dos estudos apresentados no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias

Durante a realização do 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias foram apresentados dez (10) estudos sobre a resolução de problemas em Química, dos quais, sete (07) foram apresentados na modalidade pôster e três (03) na modalidade oral.

A seguir no quadro 18 encontram-se os dados bibliográficos referentes aos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.

**Quadro 18.** Dados bibliográficos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.

| <b>Código</b> | <b>Título</b>   | <b>Autores</b>   | <b>Periódico</b>          | <b>Ano</b> |
|---------------|---|--|---------------------------|------------|
| <b>E64</b>    | Atividades experimentais em Química através da metodologia de resolução de problemas. | Cavalcanti, K.<br>M. P. H.<br>Springer, M. V.<br>Braga, M. | Enseñanza de las Ciencias | 2013       |

|            |  |  |                           |      |
|------------|--|--|---------------------------|------|
| <b>E65</b> | Abordagem de conceitos relativos ao modelo atômico de Bohr por resolução de situação-problema.                             | Campos, A. F.<br>Silva, G. F.  | Enseñanza de las Ciencias | 2013 |
| <b>E66</b> | El aprendizaje de competencias en Química a través de la resolución de situaciones problemáticas abiertas.                 | Aznar, M. M.<br>M.<br>Martín, A. I. B.                                       | Enseñanza de las Ciencias | 2013 |
| <b>E67</b> | Aprendizaje de la Química a partir de problemas planteados en el contexto de la industria azucarera con enfoque CTS.       | Villamañán, R. M.<br>Chamorro, C.<br>Mondéjar, M. E.<br>Delgado-Iglesias, J. | Enseñanza de las Ciencias | 2013 |
| <b>E68</b> | A abordagem de ligação Química numa perspectiva de ensino por situação-problema.   | Fernandes, L. S.<br>Campos, A. F.  | Enseñanza de las Ciencias | 2013 |
| <b>E69</b> | CTSA: uma abordagem dialógica problematizadora para o ensino de Química.   | Jesus, T. L. C.<br>Barbosa, F.<br>Marques, L. P.<br>Costa, L. S. O.          | Enseñanza de las Ciencias | 2013 |
| <b>E70</b> | Experimentação problematizadora: como são determinadas as quantidades de calorías nos alimentos.                           | Guimarães, L. M.<br>Aires, J. A.<br>Gatto, H, S.                             | Enseñanza de las Ciencias | 2013 |
| <b>E71</b> | Propuesta didáctica basada en la resolución de problemas en Bioquímica Estomatológica.                                     | Peñalva, M. A.<br>Blotto, B.<br>Sala, A.<br>Ramírez, S.                      | Enseñanza de las Ciencias | 2013 |
| <b>E72</b> | Identificación y análisis de los problemas presentes en los textos escolares sobre disoluciones y propiedades coligativas. | Díaz, E.<br>Jara, R.<br>Arellano, M.<br>Merino, C.                           | Enseñanza de las Ciencias | 2013 |
| <b>E73</b> | Elaboração de situações problemas por estudantes de Pós-Graduação em Química: implicações na prática educativa.            | Zanon, D. A. V.<br>Queiroz, S.   | Enseñanza de las Ciencias | 2013 |

A partir dos dados do quadro 18 é possível observar que a resolução de problemas em Química foi utilizada, na maioria dos estudos, para abordar os mais diversos conteúdos químicos, tais como: dissoluções, propriedades coligativas, modelos atômicos, ligações químicas, etc (FERNANDES e CAMPOS, 2013d). Observa-se que a potencialidade dessa perspectiva de ensino tem despertado o interesse de pesquisadores nacionais e internacionais para o desenvolvimento de investigações em ensino de Química com o objetivo de auxiliar na compreensão dos estudantes em relação aos conteúdos químicos.

Nesse evento foram apresentados seiscentos e oitenta (680) trabalhos nas modalidades oral e pôster, desses estudos apenas dez (10) são referentes à resolução de problemas em Química. O número de estudos identificados nesse evento evidencia que mais trabalhos sob essa perspectiva poderiam ter sido desenvolvidos no Brasil e no exterior. No entanto, observa-se algumas dificuldades na realização de pesquisas sobre a resolução de problemas em Química: (i)- essa linha de pesquisa é desconhecida por muitos professores; (ii)- há resistência em alguns professores em desenvolver novas estratégias didáticas; (iii)- as investigações sob esse referencial demandam mais tempo que as estratégias didáticas tradicionais; (iv)- os estudantes não estão habituados a resolver verdadeiros problemas em sala de aula (GONÇALVES, et al, 2007). Apesar dessas dificuldades, muitos estudos revelam a potencialidade da resolução de problemas no contexto escolar na exploração de diversos temas em Química (GARCÍA, 2000; GOI e SANTOS, 2009; VERÍSSIMO e CAMPOS, 2011; LACERDA, et al, 2012) e em outras disciplinas (AYUSO, et al, 1996; NIETO e AZNAR, 1997; MARTÍNEZ e GARCÍA, 2009).

A seguir será explorada a análise dos aspectos teóricos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.

#### 4.5.2 Análise teórica dos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias

Após a análise bibliográfica, os estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, foram classificados no que se refere aos aspectos teóricos em relação à linha de pesquisa, foco temático e tipo de estudo. Nesse sentido, o quadro 19 apresenta os dados teóricos relacionados aos estudos analisados.

**Quadro 19.** Aspectos teóricos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.

| <b>Código</b> | <b>Linha de Pesquisa</b> | <b>Foco temático</b>               | <b>Metodologia</b> |
|---------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------|
| <b>E64</b>    | Investigação             | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada  |
| <b>E65</b>    | Investigação             | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada  |
| <b>E66</b>    | Investigação             | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada  |
| <b>E67</b>    | Investigação             | Proposição de intervenção didática | Estudo teórico     |
| <b>E68</b>    | Investigação             | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada  |
| <b>E69</b>    | Investigação             | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada  |
| <b>E70</b>    | Investigação             | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada  |
| <b>E71</b>    | Investigação             | Intervenção didática               | Pesquisa aplicada  |
| <b>E72</b>    | Variáveis                | Problema                           | Pesquisa aplicada  |
| <b>E73</b>    | Investigação             | Formação de professores            | Pesquisa aplicada  |

Observa-se no quadro 13 que a linha de pesquisa predominante nos estudos analisados é a que aborda a resolução de problemas como um processo investigativo. Dos dez (10) estudos identificados, nove (09) abordam a resolução de problemas como uma investigação. Apenas um (01) estudo investiga as variáveis que influenciam a resolução de problemas. As linhas de pesquisa que abordam a resolução de problemas a partir do desenvolvimento de estratégias de resolução e a

resolução de problemas por expertos e novatos não apresentaram estudos no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.

Esses dados estão de acordo com a pesquisa bibliográfica realizada nos periódicos nacionais e internacionais, pois verifica-se que as pesquisas mais recentes sobre a resolução de problemas em Química estão orientadas para a realização de estudos que abordam a resolução de problemas como um processo investigativo com a finalidade de proporcionar aos alunos desenvolvimento cognitivo, habilidades e competências (LOPES, 1994; PERALES, 2000). Ao contrário da pesquisa realizada nos periódicos nacionais e internacionais, não foram identificados estudos com o referencial teórico da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).

Dos nove (09) estudos que tem como referencial a resolução de problemas como um processo de investigação, sete (07) tiveram o mesmo foco temático, essas investigações realizaram intervenções didáticas relativas a conteúdos químicos. Os outros estudos (02) dentro dessa linha de pesquisa tiveram como foco temático a proposição de intervenção didática (01) e a formação de professores (01). Apenas um estudo abordou as variáveis que influenciam a resolução de problemas, nesse estudo o foco temático foi as variáveis relativas ao enunciado do problema.

Observa-se no quadro 19 que nove (09) estudos foram pesquisas aplicadas e apenas um estudo (01) foi teórico. Esse dado aponta para o caráter mais prático das investigações sobre a resolução de problemas em Química que aos poucos saíram do plano teórico para a dimensão concreta, no sentido de aplicar e avaliar intervenções didáticas em diversos contextos do cotidiano escolar.

Os aspectos teóricos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias evidenciam algumas semelhanças com os estudos publicados em periódicos nacionais e internacionais. No que se refere às linhas de pesquisa, observa-se a predominância de pesquisas que abordam a resolução de problemas como uma investigação. Além disso, o foco temático mais presente nos estudos corresponde às intervenções didáticas que foram realizadas em salas de aula visando à compreensão dos mais diversos conteúdos químicos.

A seguir serão discutidos os dados referentes aos aspectos metodológicos observados na análise dos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.

#### 4.5.3 Análise metodológica dos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias

Em relação aos aspectos metodológicos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, foram analisados os conteúdos químicos, o tipo de metodologia, os sujeitos de pesquisa e os instrumentos de coleta de dados. Os dados dessa análise encontram-se no quadro 20 a seguir.

**Quadro 20.** Aspectos metodológicos dos estudos sobre a resolução de problemas em Química apresentados no 9º Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.

| <b>Código</b> | <b>Conteúdo(s) Químico(s)</b>           | <b>Metodologia</b>        | <b>Sujeitos</b>                 | <b>Inst. de coleta de dados</b>                 |
|---------------|---|---------------------------|---------------------------------|---|
| <b>E64</b>    | Preparo de soluções.                    | Qualitativa               | Alunos do Ensino Médio/ Técnico | Produções escritas pelos alunos.                |
| <b>E65</b>    | Modelos atômicos                        | Qualitativa               | Alunos do Ensino Médio          | Produções escritas pelos alunos.                |
| <b>E66</b>    | Reações químicas e biomassa.            | Qualitativa/ Quantitativa | Ensino Médio                    | Produções escritas pelos alunos.                |
| <b>E67</b>    | Produção de açúcar.                     | Qualitativa               | -                               | -   |
| <b>E68</b>    | Ligações químicas.                      | Qualitativa               | Alunos do Ensino Superior       | Produções escritas pelos alunos.                |
| <b>E69</b>    | Lixo                                    | Qualitativa               | Alunos do Ensino Médio.         | Questionário e videografia.                     |
| <b>E70</b>    | Termoquímica.                           | Qualitativa               | Alunos do Ensino Médio          | Produções escritas pelos alunos e questionário. |
| <b>E71</b>    | Bioquímica.                             | Qualitativa               | Alunos do Ensino Superior.      | Produções escritas pelos alunos.                |
| <b>E72</b>    | Dissoluções e propriedades coligativas. | Qualitativa               | Livros didáticos                | -   |

|            |   |             |                         |                                  |
|------------|---|-------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>E73</b> | - | Qualitativa | Alunos de Pós-Graduação | Produções escritas pelos alunos. |
|------------|---|-------------|-------------------------|----------------------------------|

Em relação aos conteúdos químicos, observa-se grande diversidade de assuntos, tais como: bioquímica, propriedades coligativas, dissoluções, lixo, termoquímica, ligações químicas, etc. A diversidade de temas evidencia a amplitude de assuntos que podem ser trabalhados em sala de aula através da resolução de problemas. A partir do quadro 20 pode-se observar que alguns conteúdos abordados possuem ligações diretas com outras áreas e podem ser explorados de forma interdisciplinar, tais como: bioquímica, lixo e biomassa. Os conteúdos químicos identificados nos estudos analisados pertencem a várias áreas da Química, no entanto, predominam assuntos relativos à Química Geral (modelos atômicos, reações químicas e ligações químicas) e à Físico-Química (termoquímica, propriedades coligativas, dissoluções e soluções), Essa tendência também foi observada na análise dos estudos publicados nos periódicos nacionais e internacionais.

Quanto à metodologia, observa-se no quadro 14 que todos os estudos analisados utilizam a abordagem qualitativa, apenas um (01) estudo emprega também métodos quantitativos para analisar os dados coletados. Esse dado reflete uma tendência que também foi observada nos estudos publicados em periódicos nacionais e internacionais sobre a resolução de problemas em Química. A dimensão quantitativa pode contribuir e enriquecer a perspectiva qualitativa no sentido de analisar os dados em relação a outros referenciais (FLICK, 2004; GRECA, 2002). A integração de métodos qualitativos e quantitativos só contribui para qualidade das pesquisas, essa junção de métodos confere maior validade aos dados analisados.

No que se refere aos sujeitos de pesquisa, observa-se que predominam estudantes do Ensino Médio e do Ensino Superior, assim como foi observado na pesquisa realizada nos periódicos nacionais e internacionais sobre a resolução de problemas em Química. Quanto aos instrumentos de coleta de dados observa-se se quadro 14 a predominância das produções escritas pelos alunos, em sua maioria, essas produções consiste nas respostas aos problemas propostos.

A análise dos aspectos metodológicos dos estudos apresentados no 9º Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias evidenciou

algumas semelhanças com a análise realizada nos estudos publicados sobre a resolução de problemas em Química em periódicos nacionais e internacionais: (i)- os conteúdos químicos pertencem em sua maioria à Química Geral e à Físico-Química; (ii)- a metodologia qualitativa é a mais utilizada; (iii)- Os sujeitos de pesquisa pertencem ao Ensino Fundamental e ao Ensino Médio, em sua maioria. Também foram identificadas algumas diferenças: (i)- poucos trabalhos integram a dimensão qualitativa e quantitativa para analisar os dados coletados; (ii)- As produções escritas dos alunos foram os instrumentos mais utilizados para a coleta de dados.

## CAPÍTULO 5

### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

A partir dos dados analisados referentes aos estudos publicados nos periódicos nacionais e internacionais e aos trabalhos apresentados no 9º Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias sobre a resolução de problemas em Química, observa-se que essa linha de pesquisa da Didática das Ciências vem contribuindo ao longo do tempo com investigações e avanços significativos no sentido de contribuir tanto para o processo de ensino, proporcionando subsídios e opções metodológicas ao professor, quanto para a aprendizagem, oferecendo aos alunos uma perspectiva de desenvolvimento cognitivo a partir da participação ativa dos estudantes em colaboração com o professor.

Os estudos analisados revelaram algumas características bibliográficas, teóricas e metodológicas das pesquisas sobre a resolução de problemas em Química, essas características permitem estabelecer uma visão geral das publicações relacionadas a essa linha de pesquisa no sentido de promover e divulgar os estudos realizados e os resultados alcançados através da aplicação dessa perspectiva de ensino e aprendizagem.

A partir da análise realizada foi possível identificar algumas tendências das pesquisas sobre a resolução de problemas em Química que serão apresentadas a seguir.

De acordo com o primeiro objetivo específico foi possível observar as seguintes características nos estudos analisados:

- A maior parte das pesquisas foi publicada em periódicos internacionais;
- O número de estudos sobre a resolução de problemas em Química publicados em periódicos nacionais e internacionais vem crescendo nos últimos anos;

- A maior parte dos estudos pertence à linha de pesquisa que aborda a resolução de problemas como um processo de investigação;
- Os conteúdos mais presentes nas pesquisas pertencem à Química Geral e à Físico-Química;
- Os sujeitos de pesquisa mais presentes nas investigações pertencem ao Ensino Médio e ao Ensino superior;
- Os instrumentos de coleta de dados mais utilizados são: questionários, produções escritas dos alunos e entrevistas semi-estruturadas;

Em relação ao segundo objetivo específico, foram identificadas as seguintes tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em Química:

- A metodologia qualitativa foi predominante nas pesquisas, no entanto, em alguns estudos também foram identificados elementos quantitativos;
- A maioria das investigações sobre a resolução de problemas em Química corresponde a pesquisas aplicadas;
- A maioria das pesquisas corresponde a intervenções didáticas que utilizam a resolução de problemas na abordagem de conteúdos químicos;

Quanto ao terceiro objetivo específico, foi constatado que:

- Existem semelhanças significativas entre os aspectos teóricos e metodológicos dos estudos publicados em periódicos nacionais e internacionais e os estudos apresentados no 9º Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.

A análise dos estudos realizada nesta pesquisa permite ainda detectar algumas perspectivas futuras para novas investigações sobre a resolução de problemas em Química:

- Análise de problemas e exercícios em livros didáticos;
- Elaboração de um currículo a partir de atividades de resolução de problemas;
- Desenvolvimento de materiais didáticos (jogos, vídeos, textos, etc.) que introduzam a resolução de problemas como potencial para gerar aprendizagem.

A partir dos resultados obtidos com a realização desta pesquisa, espera-se contribuir para a divulgação dos estudos dessa linha de pesquisa da Didática das Ciências. As pesquisas sobre a resolução de problemas em Química vêm apresentando resultados significativos no que se refere à aprendizagem dos estudantes em diferentes níveis de ensino, no entanto, é necessário que essas pesquisas cheguem ao contexto escolar para que professores e alunos possam vivenciar o processo de resolução de problemas e verificar as contribuições dessa atividade didática para o desenvolvimento de habilidades e competências. É necessário mudar a prática escolar tradicional no sentido de incorporar ao cotidiano escolar atividades didáticas de resolução de problemas, tendo em vista que, essas atividades podem contribuir de maneira importante para a aquisição de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais.

## REFERENCIAS

ARAÚJO, Ulisses F.; SASTRE, Genoveva (Orgs). **Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior**. São Paulo: Summus, 2009.

AYUSO, E.; BANET, E.; ABELLÁN, T. Introducción a la genetic en la enseñanza secundaria y el bachillerato II. ¿Resolución de problemas o realización de ejercicios? **Enseñanza de las Ciencias**. v. 14, n. 2, p. 127-142, 1996.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARELL, Jonh. **El Aprendizaje Basado en Problemas: Un Enfoque Investigativo**. Buenos Aires: Manantial, 2007.

BODNER, George M.; BHATTACHARYYA, Gautam. A cultural approach to solving problem. **Educación Química**. v. 16, n. 2, p. 222-229, 2005.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução à Teoria e aos Métodos**. Portugal: Porto, 2010.

BOO, H. K. Students' understandings of chemical bonds and the energetic of chemical reactions. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 35, n. 5, p. 569-581, 1998.

BRANDA, Luís A. A aprendizagem baseada em problemas – o resplendor tão brilhante de outros tempos. In: ARAÚJO, Ulisses F.; SASTRE, Genoveva (Orgs). **Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior**. São Paulo: Summus, 2009.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília:1999.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Vol. 2. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: 2006.

BRIANSO, Gisbert M. Método de resolución de problemas de Física y Química. **Enseñanza de las Ciencias.** v. 3, n. 3, p. 213-215, 1985.

CACHAPUZ, Antonio; PRAIA, João; JORGE, Manuela. **Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências.** Lisboa: Ministério da Educação, 2002.

CAMPANARIO, Juan Miguel; MOYA, Aida. Como enseñar? Principales tendencias y propuestas. **Enseñanza de las Ciencias.** v. 17, n. 2, p. 179-192. 1999.

CAMPOS, Angela Fernandes; SILVA, G. F. da; Abordagem de conceitos relativos ao modelo atômico de Bohr por resolução de situação-problema. **Enseñanza de las Ciencias.** n. extra, p. 1203-1208, 2013.

CAMPOS, Maria Cristina da Cunha; NIGRO, Rogério Gonçalves. **O Ensino-Aprendizagem como Investigação.** São Paulo: FTD, 1999.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de Professores de Ciências: Tendências e Inovações.** 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CASTILLO, Jesús Domínguez. A solução de problemas nos Estudos Sociais. In: POZO, Juan Ignacio (Org). **A solução de Problemas: Aprender a Resolver, Resolver para Aprender.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

CASTRO, Carlos Emilio Reigosa; ALEIXANDRE, María Pilar Jiménez. La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias.** v. 18, n. 2, p. 275-284, 2000.

CASTRO, Juan Lorenzo Ramírez; GIL PÉREZ, Daniel; MARTÍNEZ TORREGROSA, Joaquín. **La Resolución de Problemas de Física y de Química como**

**Investigación.** Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia: CIDE, 1994.

CEBERIO, Mikel; GUIASOLA, Jenaro; ALMUDÍ, José Manuel. ¿Cuáles son las innovaciones didácticas que propone la investigación en la resolución de problemas de Física y qué resultados alcanzan? **Enseñanza de las Ciencias.** v. 26, n. 3, p. 419-430, 2008.

CHAER, Galdino; DINIZ, Rafael Rosa Pereira; RIBEIRO, Elisa Antônia. A técnica do questionário na pesquisa educacional. **Evidência.** v. 7, n. 7, p. 251-266, 2011.

COSTA, Sayonara Salvador Cabral da; MOREIRA, Marco Antonio. Resolução de problemas I: diferenças entre novatos e especialistas. **Investigações em Ensino de Ciências.** v. 1, n. 2, p. 176-192, 1996.

DOCHY, F.; SEGERS, M; VAN DEN BOSSCHE, P.; GIBELS, D. Effects of Problem Based Learning: a meta-analysis. **Learning and Instruction.** v. 3. P. 533 - 568, 2003.

ECHEVERRÍA, María del Puy Pérez; POZO, Juan Ignacio. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, Juan Ignacio (Org). **A Solução de Problemas: Aprender a Resolver, Resolver para Aprender.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

DRIVER, R. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en Ciencias. **Enseñanza de las Ciencias.** v. 6, n. 2, p. 109-120, 1988.

FARIA, Tereza Cristina Leandro de; NÚÑEZ, Isauro Beltrán. O ensino tradicional e o condicionamento operante. In: NÚÑEZ, Isauro Beltrán; RAMALHO, Betania Leite (Coord). **Fundamentos do Ensino-Aprendizagem das Ciências Naturais e da Matemática: O Novo Ensino Médio.** Porto Alegre: Sulina, 2004.

FERNANDES, Lucas dos Santos; CAMPOS, Angela Fernandes; JÚNIOR, Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino. Concepções alternativas dos estudantes sobre ligação química. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 5, n. 3, p. 19-27, 2010.

FERNANDES, Lucas dos Santos; CAMPOS, Angela Fernandes. A abordagem de ligação química numa perspectiva de ensino por situação-problema. **Enseñanza de las Ciencias**. n. extra, p. 3211-3215, 2013a.

FERNANDES, Lucas dos Santos; CAMPOS, Angela Fernandes. Estudos em periódicos nacionais sobre a resolução de problemas em Química. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais**. Águas de Lindóia, 2013b.

FERNANDES, Lucas dos Santos; CAMPOS, Angela Fernandes. Situação-problema (SP) como estratégia didática no ensino de ligação química: contextos de uma investigação. In: MEMBIELA, Pedro; CASADO, Natalia; CEBREIROS, Maria Isabel (Editores). **Experiencias de investigación e innovación no ensino das ciências**. Roma: Educación, 2013c.

FERNANDES, Lucas dos Santos; CAMPOS, Angela Fernandes. A resolução de problemas em Química no IX Congreso Internacional Sobre Investigación em Didáctica de las Ciencias. In: XIII JEPEX: Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFRPE. **Anais**. Recife, 2013d.

FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M.E.R. Concepções dos estudantes sobre ligação química. **Química Nova na Escola**. v. 24, n. 2, p. 20-24, 2006.

FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio H; ROCHA-FILHO, Romeu C. Algumas experiências simples envolvendo o princípio de Le Chatelier. **Química Nova na Escola**. v. 5, n. 1, p. 28-31, 1997.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. **Educação & Sociedade**. n. 79, p. 257-272, 2002.

FLICK, Uwe. **Uma Introdução à Pesquisa Qualitativa**. 2º Ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FRAZER, M. J. A resolução de problemas em Química. **Química Nova**. v. 5, n. 4, p. 171-190, 1982a.

FRAZER, M. J. Solving chemical problems. **Chemical Society Review**. v. 11, n. 2, p. 171-190, 1982b.

FREIRE, Melquisedeque da Silva; SILVA, Márcia Gorette Lima da. Como formular problemas a partir de exercícios? Argumentos dos licenciandos em Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 12, n. 1, p. 191-208, 2013.

GANGOSO, Zulma. Investigaciones en resolución de problemas en Ciencias. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 4, n. 1, p. 7-50, 1999.

GARCÍA, José Joaquín García. La solución de situaciones problemáticas: una estratégia didáctica para la enseñanza de la Química. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 18, n. 1, p. 113-129, 2000.

GARRET, R. M. Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de Ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 6, n. 3, p. 224-230, 1988.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 2º Ed. São Paulo: Atlas, 1987.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4º Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL-PÉREZ, Daniel; TORREGROSA, Joaquín Martínez; RAMÍREZ, Lorenzo; CARRÉE, Andrée Dumas; GOFARD, Monique; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 9, n. 1, p. 7-19, 1992.

GIL-PÉREZ, Daniel; TORREGROSA, Joaquín Martínez; SENENT PÉREZ, F. El fracaso en la resolución de problemas de Física: una investigación orientada por nuevos supuestos. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 6, n. 2, p. 131-146. 1988.

GIL-PÉREZ, Daniel; MONTORO, Isabel Fernández; ALIS, Jaime Carrascosa; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**. v. 7, n. 2, 2001.

GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. **Química Nova na Escola**. v. 31, n. 3, p. 203-209, 2009.

GONÇALVES, Susana María; MOSQUERA, Marcela Silvia; SEGURA, Andrea Flavia. **La Resolución de Problemas en Ciencias Naturales**. 1. ed. Buenos Aires: SB, 2007.

GRECA, Ileana Maria. Discutindo aspectos metodológicos da pesquisa em Ensino de Ciências: algumas questões para refletir. **Revista Brasileira de Pesquisa de Educação em Ciências**. v. 2, n. 1, p. 73-82, 2002.

HESSEN, Johannes. **Teoria do Conhecimento**. São Paulo: Martins Fontes, 2012.

JOHNSTONE, A. H. Macro and micro chemistry. **School Science Review**. v. 64, n. 227, p. 377-379, 1982.

LACERDA, Cristiana de C.; CAMPOS, Angela F.; JÚNIOR, Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino. Abordagem dos conceitos mistura, substância simples, substância composta e elemento químico numa perspectiva de ensino por situação-problema. **Química Nova na Escola**. v. 34, n. 2, p. 75-82, 2012.

LANGLOIS, F.; GRÉA, J.; VIARD, J. Influencia de la formulación del enunciado y del control didáctico sobre la actividad intelectual de los alumnos en la resolución de problemas. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 13, n. 2, p. 179-191, 1995.

LAUDAN, Larry. **O Progresso e seus Problemas**. São Paulo: Editora Unesp, 2011.

LIMA, Analice de Almeida; FILHO, José Paulino; NÚÑEZ, Isauro Beltrán. O construtivismo no ensino de ciências da natureza e da matemática. In: NÚÑEZ, Isauro Beltrán; RAMALHO, Betania Leite (Coord). **Fundamentos do Ensino-Aprendizagem das Ciências Naturais e da Matemática: O Novo Ensino Médio**. Porto Alegre: Sulina, 2004.

LOPES, J. Bernardino. **Resolução de Problemas em Física e Química: Modelo para Estratégias de Ensino-Aprendizagem**. 1. ed. Lisboa: Texto Editora, 1994.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, Andréa Horta. **Aula de Química: Discurso e Conhecimento**. Ijuí: Unijuí, 1999.

MACHADO, Andréa Horta; ARAGÃO, Rosália Maria Ribeiro. Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**. v. 4, n. 2, p. 18-20, 1996.

MACHADO, Andréa Horta; MORTIMER, Eduardo Fleury; Química para o Ensino Médio: fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. In: ZANON, Lenir Basso; MALDANER, Otavio Aloisio (Coord). **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2007.

MAIA, Daltamir J.; GAZOTTI, Wilson A.; CANELA, Maria C.; SIQUEIRA, Aline E. Um experimento para introduzir conceitos de equilíbrio químico e acidez no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**. v. 21, n. 2, p. 44-46, 2005.

MAMEDE, Sílvia; PENAFORTE, Julio (Orgs). **Aprendizagem Baseada em Problemas: Anatomia de uma Nova Abordagem Educacional**. Fortaleza: Hucitec, 2001.

MAMEDE, Sílvia. Aprendizagem Baseada em problemas: Características, Processos e Racionalidade. In: MAMEDE, Sílvia; PENAFORTE, Julio (Orgs). **Aprendizagem Baseada em Problemas: Anatomia de uma Nova Abordagem Educacional**. Fortaleza: Hucitec, 2001.

MARCONE, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5º Ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTÍNEZ M. Manuel; ESPINOZA F. Alejandra. Correlación entre mapas conceptuales y habilidad para la resolución de problemas em la unidad de equilibrio iônico em la asignatura de química general. **Educación Química**. v. 20, n. 2, p. 198-207, 2009.

MARTÍNEZ, M. P.; CARMEN, M.; GARCÍA, José Adolfo Posadas. El planteamiento de problemas y la construcción del teorema de Bayes. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 27, n. 3, p. 331-342, 2009.

MEIRIEU, P. **Aprender... Sim, mas como?** 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Concepções atomistas dos estudantes. **Química Nova na Escola**. v. 1, n. 1, p. 23-26, 1995.

MILAGRES, Vânia S. O.; JUSTI, Rosária S. Modelos de ensino de equilíbrio químico: algumas considerações sobre o que tem sido apresentado em livros didáticos no ensino médio. **Química Nova na Escola**. v. 13, n. 1, p. 41-46, 2001.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de Química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**. v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MIRANDA, Luciana Campos. Concepções de estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**. v. 2, n. 2, p. 23-26, 1995.

NIETO, M. P. V.; AZNAR, M. M. M. Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la física: la resolución de problemas como actividad de investigación. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 15, n. 2, p. 173-188, 1997.

OÑORBE, de Torre, A; SÁNCHEZ, Jiménez, J. M. Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de Física y Química. I. Opiniones del alumno. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 14, n. 2, p. 165-170, 1996.

PAIXÃO, Fátima; CACHAPUZ, António. Mudanças na prática de ensino da Química pela formação dos professores em História e Filosofia da Ciência. **Química Nova na Escola**. v. 18, n. 2, p. 31-36, 2003.

PENAFORTE, Júlio César. John Dewey e as raízes filosóficas da Aprendizagem Baseada em Problemas. In: MAMEDE, Sílvia; PENAFORTE, Julio (Orgs). **Aprendizagem Baseada em Problemas: Anatomia de uma Nova Abordagem Educacional**. Fortaleza: Hucitec, 2001.

PEDUZZI, Luiz O. Q.; ZYLBERSZTAJN, Arden; MOREIRA, Marco Antonio. As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história da ciência numa sequência de conteúdos em mecânica: o referencial teórico e a receptividade de estudantes universitários à abordagem histórica da relação força e movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 14, n. 4, p. 239-246, 1992.

PERALES, F. J. La resolución de problemas: una revisión estructurada. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 11, n. 2, p. 170-178, 1993.

PERALES, F. J. La resolución de problemas en la Didáctica de las Ciencias Experimentales. **Educación y Pedagogía**. v. 10, n. 21, p. 119-143, 1998.

PERALES, F. Javier. **Resolución de Problemas**. Síntesis, 2000.

PIAGET, Jean. **A Equilíbrio das Estruturas Cognitivas: Problema Central do Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

POLYA, George. **A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático**. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gomez. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: do Conhecimento Cotidiano ao Conhecimento Científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RAVIOLO, Andrés; GARRITZ, Andoni. Analogias no ensino do equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**. v. 27, n. 1, p. 13-25, 2008.

RIBEIRO, Luís R. de Camargo. **Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL): uma Experiência no Ensino Superior**. São Carlos: EdUFSCar, 2010.

SANTOS, Lívia Cristina; SILVA, Márcia Gorette Lima da. O estado da arte sobre estequiometria: dificuldades de aprendizagem e estratégias de ensino. **Enseñanza de las Ciencias**. n. extra, p. 3205-3210, 2013.

SANTOS, Verônica Tavares; ALMEIDA, Maria. Ângela Vasconcelos de; CAMPOS, Angela Fernandes. Concepções de professores de química do ensino médio sobre a resolução de situações-problema. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 5. n. 3. 2005.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: Compromisso com a Cidadania**. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2010.

SCHMIDT, H. M. Problem-based learning: rationale and description. **Medical Education**. v. 17, p. 11-16, 1983.

SIGUENZA, A. F.; SÁEZ, M. J. Análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la Biología. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 8, n. 3, p. 223-230, 1990.

SILVA, Sebastião Franco da; NÚÑEZ, Isauro Beltrán. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes - reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**. v. 25, n. 6B, p. 1197-1203, 2002.

SOLAZ-PORTOLÉS, Joan Josep. Variables cognitivas y metacognitivas en la resolución de problemas de Química: propuesta de estrategias didácticas. **Química Nova**. v. 33, n. 6, p. 1403-1407, 2010.

TOMAZ, José Batista. O desenho de currículo. In: MAMEDE, Sílvia. Aprendizagem Baseada em problemas: Características, Processos e Racionalidade. In: MAMEDE, Sílvia; PENAFORTE, Julio (Orgs). **Aprendizagem Baseada em Problemas: Anatomia de uma Nova Abordagem Educacional**. Fortaleza: Hucitec, 2001.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: A Pesquisa Qualitativa em Educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VERÍSSIMO, Valéria B.; CAMPOS, Angela Fernandes. Abordagem das propriedades coligativas numa perspectiva de ensino por situação-problema. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. v. 4, n. 3, p. 101-118, 2011.

ZANON, Lenir Basso. Tendências curriculares no Ensino de Ciências/Química: um olhar para a contextualização e a interdisciplinaridade como princípios da formação escolar. In: ROSA, Maria Inês Petrucci; ROSSI, Adriana Vitorino (Orgs). **Química no Brasil: memórias, políticas e tendências**. Campinas: Átomo, 2008.

