

3UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

**Formação Docente sobre os Conceitos de Ligações Iônicas e o desenvolvimento de
uma Metodologia de Aprendizagem por Resolução de Situações-Problema.**

Dissertação de Mestrado

Franciane Silva Cruz de Lima

Porto Alegre, Outubro de 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

**Formação Docente sobre os Conceitos de Ligações Iônicas e o desenvolvimento de
uma Metodologia de Aprendizagem por Resolução de Situações-Problema.**

Dissertação de Mestrado

Franciane Silva Cruz de Lima

Dissertação apresentada como requisito parcial para a
obtenção do grau de Mestre em Química

Prof. Dra. Camila Greff Passos
Orientador

Prof. Dra. Leliz Ticona Arenas
Co-orientador

Porto Alegre, Outubro de 2016

DECLARAÇÃO

Este trabalho foi realizado por Franciane Silva Cruz, sob orientação da Dra. Camila Greff Passos e co-orientação do Dra. Leliz Ticona Arenas, entre agosto de 2014 e outubro de 2016.

Franciane Silva Cruz

Dra. Camila Greff Passos

Dra. Leliz Ticona Arenas

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me amparar nos momentos difíceis, por iluminar e abençoar sempre a minha caminhada com tantas pessoas especiais e por me dar força para superar as dificuldades e concluir mais essa etapa de estudos.

A meus pais, Maria Jussara e Francisco José, meu infinito agradecimento. Sempre acreditaram em minha capacidade e me incentivaram a seguir meus sonhos. Esse apoio, esse amor incondicional e esse exemplo são fundamentais na construção do meu caráter e, me fortalece e me incentiva sempre a fazer o melhor possível.

Ao meu esposo, Rodrigo, por caminhar ao meu lado e estar presente em todas as horas, sempre com um sorriso de amparo e incentivo. Sempre me fazendo acreditar que posso mais que imagino, com todo o seu apoio, companheirismo, amizade, paciência, compreensão, alegria e amor, este trabalho pôde ser concretizado.

À minha família e meus amigos que sempre vibraram comigo pelas minhas conquistas. Obrigada por tudo que sempre fizeram por mim, a simplicidade, a amizade, e o carinho, os quais nunca faltaram, e por compreenderem os momentos de ausência. Obrigada pela grande torcida!

À Professora Leliz Ticona Arenas por acreditar no potencial deste projeto e por todas as orientações, as quais fizeram esse trabalho melhor e também por contribuir para o meu aprendizado, preenchendo lacunas que estavam abertas desde a graduação.

À Professora Camila Greff Passos, um agradecimento muito especial por acreditar e apostar em mim e por batalhar por nós, docentes. Fizeste-me enxergar muito além da simples pesquisa, mostrou-me que eu posso fazer a diferença e que a educação é algo que pode ser mudado. Sem dúvida, tu és referência profissional e pessoal para meu crescimento.

Muito obrigada a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e também à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pelo incentivo da pesquisa, através da concessão de minha bolsa.

TRABALHOS GERADOS DURANTE A ELABORAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Trabalho completo: CRUZ, F. S.; PASSOS C. G. Formação Docente sobre Ligações Químicas por meio da Metodologia de Resolução de Problemas. In.: **X ENPEC - X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Águas de Lindóia, SP, 2015.

Trabalho completo: CRUZ, F. S.; ARENAS, L. T.; PASSOS C. G. Análise do conteúdo Ligações Químicas nos livros didáticos de Química do PNLD 2015. In.: **XVIII ENEQ - XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química**, Florianópolis, 2016.

Artigo submetido: CRUZ, F. S.; ARENAS, L. T.; PASSOS C. G. Uma proposta de formação docente através da metodologia de Resolução de Problemas associado ao conteúdo de Ligações Iônicas. **Química Nova**.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS.....	IX
ABREVIATURAS E SIGLAS	X
RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XII
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 - DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL.....	5
2.2 - FORMAÇÃO DE PROFESSORES	8
2.3 - RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	13
2.3.1 - Classificação dos tipos de problemas	14
2.3.2 - A estratégia de Resolução de Problemas	16
2.4 - LIGAÇÕES IÔNICAS NO ENSINO SUPERIOR	20
2.4.1 - Ligações em sólidos iônicos.....	21
2.4.2 - Teoria Eletrostática	21
2.4.3 - Ciclo de Born-Haber	23
2.4.4 - Teoria De Bandas	28
2.5 - LIGAÇÕES IÔNICAS NOS LIVROS DO PNL D 2015.....	31
3 - METODOLOGIA	36
3.1 - FUNDAMENTAÇÃO DA PESQUISA QUALITATIVA.....	36
3.2 - ESTUDO DE CASO.....	37
3.3 - METODOLOGIA DA PESQUISA.....	38
3.3.1 - Primeira Etapa: Aprofundamento conceitual e revisão bibliografia.....	38
3.3.2 - Segunda Etapa: Planejamento da ação formativa.....	39
3.3.3 - Terceira Etapa: Levantamento e análise de dados.....	43
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 - INSTRUMENTO DA PESQUISA: QUESTIONÁRIO INICIAL.....	45
4.1.1 - Sujeitos da pesquisa e as características da formação inicial.....	45
4.1.2 - Experiências formativas da graduação.....	46
4.1.3 - Conhecimentos sobre Ligações Químicas.....	48
4.2 - FUTUROS PROFESSORES NO PAPEL DE ALUNOS: AS RESOLUÇÕES E COMPORTAMENTOS.....	49

4.2.1 - Aspectos conceituais e procedimentais	50
4.2.2 - As resoluções dos problemas.....	53
4.2.3 - Análise de resultados da ação formativa.....	57
4.3 - INSTRUMENTO DA PESQUISA: QUESTIONÁRIO FINAL.....	58
4.3.1 - Formas de contribuição da sequência didática formativa.....	59
4.3.2 - A contribuição da RP para o ensino do conteúdo de Ligações Químicas.....	61
5 - CONCLUSÕES.....	63
6 - REFERÊNCIAS	66
7 – APÊNDICES	72
7.1 – APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	72
7.2 – APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO INICIAL (QI)	73
7.3 – APÊNDICE C: QUESTIONÁRIO FINAL (QF)	75
7.3 – APÊNDICE D: RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS QI E QF.....	77
8 – ANEXO: APRESENTAÇÃO CRIADA PARA A ATIVIDADE FORMATIVA.....	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: O modelo implícito no desenvolvimento profissional docente (MARCELO ¹¹ , p.16).	7
Figura 2: O modelo do Processo de Mudanças dos Professores adaptado de Marcelo ¹¹ , p. 16.	7
Figura 3: Ciclo de Born-Haber para a formação de 1 mol de sólido iônico a partir dos dados no estado padrão para reação genérica $M(s) + 1/2X_2(g) \rightarrow MX(s)$	24
Figura 4: Gráfico da correlação entre as entalpias de dissolução dos haletos e as diferenças entre as entalpias de hidratação dos íons.	27
Figura 5: Ilustração das bandas de condução e valência em relação ao nível de Fermi.	29
Figura 6: Bandas de energia e densidade dos estados.	30
Figura 7: Imagens referentes a apresentação da resolução do problema 2 do grupo B.....	54
Figura 8: Imagens referentes a apresentação da resolução do problema 2 do grupo B.....	55
Figura 9: Imagens referentes a apresentação da resolução do problema 3 do grupo B.....	56
Figura 10: Imagens referentes a apresentação da resolução do problema 3 do grupo A.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores de constantes de Madelung para algumas estruturas cristalinas ⁴⁸ (p. 195).	22
Tabela 2: Valores de expoente de Born para íons ⁴⁸ (p. 196).	23
Tabela 3: Parâmetros experimentais do Lítio e do Cloro ⁵¹ .	24
Tabela 4: Valores dos Pontos de fusão e ebulição dos Cloretos em questão ⁵¹ .	25
Tabela 5: Relação dos LD avaliados presentes no PNLD 2015 ⁹ .	32
Tabela 6: Descrição das relações entre os conteúdos de Ligações Químicas e seus contextos.	33
Tabela 7: Sequência didática da fase final da ação de formação.	41

ABREVIATURAS E SIGLAS

DCN: Diretrizes Curriculares Nacionais

ENEM: Exame Nacional do Ensino Médio

LD: Livro Didático

LI: Ligações Iônicas

MEC: Ministério da Educação

PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais

PNLD: Programa Nacional do Livro Didático

PNLEM: Programa Nacional do Livro Didático

QI: Questionário Inicial

QF: Questionário Final

RP: Resolução de Problemas

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO

Esta investigação, de natureza qualitativa, consiste em um Estudo de Caso no âmbito da formação de professores. O objetivo principal da investigação é identificar as formas de contribuição do uso da estratégia de Resolução de Problemas (RP) para o desenvolvimento profissional de licenciandos em Química, no que tange aos aspectos teóricos e práticos da metodologia de Resolução de Problemas associada ao conteúdo de Ligações Iônicas (LI). Os dados desta investigação foram coletados no segundo semestre letivo do ano de 2014, com uma turma composta com 5 licenciandos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) que participaram de uma experiência formativa no Estágio de Docência em Ensino de Química I-C. A ação formativa implementada priorizou o estudo teórico sobre a estratégia de RP, a análise e elaboração de problemas escolares e na fase final, objetivo de análise desta pesquisa, os licenciandos vivenciaram a metodologia de RP no papel de alunos. Os problemas utilizados apresentam como tema motivador o Salar de Uyuni. Para a coleta de dados, foram utilizados questionários, o Diário de Campo das pesquisadoras e a gravação do áudio das aulas em que os licenciandos resolveram os problemas. Os resultados apontam que a sequência didática implementada favoreceu aprendizagens conceituais como a relação entre as teorias de ligações químicas e algumas propriedades dos materiais (condutividade elétrica, solubilidade e pontos de fusão e ebulição), procedimentais como a leitura e manipulação de diferentes fontes de referências bibliográficas (artigos científicos, livros didáticos, vídeos e documentários disponibilizados na rede) e atitudinais como a interação interpessoal entre os discentes e docentes durante as diferentes etapas da resolução dos problemas. Portanto, a atividade favoreceu o desenvolvimento profissional docente pois possibilitou a aproximação dos licenciandos com uma metodologia que permite a interação de alunos e professores na construção do conhecimento científico contextualizado. Além disto, os resultados evidenciaram que através da vivência da RP sobre os conteúdos de Ligações Iônicas os futuros professores perceberam alternativas de trabalho para as suas futuras salas de aula.

ABSTRACT

This investigation is of a qualitative nature and consists of a Case Study within the scope of teacher training. Its main aim is to identify the ways in which the Problem Solving (PS) strategy contributes towards the professional development of Chemistry licentiate undergraduates regarding the theoretical and practical aspects of the Problem Solving methodology linked to the contents of Ionic Bonding. The data for the investigation were collected during the second school semester of 2014 from a class formed by 5 licentiate undergraduates at the Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) who took part in a training experience during the Chemistry Teaching Internship I-C. The implemented training action prioritized the theoretical study of the PS strategy, the analysis and elaboration of school problems, and during the final phase, the undergraduates experienced the PS methodology in the role of students, which is the analysis objective of this research. The problems employed presented as motivational theme the Uyuni Salt Flats. The data were collected through the use of questionnaires, the researchers' Field Log and audio recordings of the classes during which the undergraduates solved the problems. The results show that the implemented didactic sequence favored conceptual learning, such as the relation between chemical bond theories and some properties of the materials (electric conductivity, solubility and fusion and boiling points), procedural learning, such as reading and handling of different bibliographical reference sources (scientific articles, didactic books, videos and documentaries made available over the net) and attitude learning, such as interpersonal relations among students and teachers during the different problem solving stages. Therefore, the activity favored the teachers' professional development by making it possible to bring the undergraduates closer to a methodology that allows for the interaction between students and teachers in the construction of contextualized scientific knowledge. Additionally, the results brought to evidence that, from the PS experience with the Ionic Bond contents, the future teachers were able to perceive work alternatives for their future classrooms.

1 - INTRODUÇÃO

A presente investigação aborda sobre a Formação Inicial de Professores de Química quanto aos aspectos teóricos e práticos da metodologia de Resolução de Problemas (RP) e o conteúdo de Ligações Iônicas (LI). Este conteúdo foi escolhido pois na pesquisa realizada na literatura há um pequeno número de publicações que relacionam Ligações Químicas com metodologias investigativas, além de ser importante para o entendimento de outros conteúdos de química e de propriedades da matéria. Acredita-se que trabalhar LI na perspectiva da RP com os licenciandos no papel de alunos pode auxiliá-los a usar a metodologia em suas futuras salas de aula com maior propriedade, como apresenta-se no decorrer desta dissertação.

As justificativas para a proposição dessa investigação provêm, fundamentalmente, das evidências apontadas por estudos realizados sobre o curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que como vários cursos de formação de professores possui deficiências que dificultam o desenvolvimento profissional. Dentre estas, destaca-se o pequeno número de ações formativas com a função de integrar o conteúdo teórico trabalhado na graduação ao exercício da docência, assim como de enfatizar a importância dos papéis sociais da escola e do ensino^{1,2}. As lacunas identificadas no processo de formação quanto à relação entre os aspectos práticos e teóricos da atuação docente favorecem a manutenção de modelos de ensino tradicionais nas salas de aulas de química do ensino médio. Por isso, quando esse equilíbrio entre o aprendizado na graduação e o aprendizado da escola não é bem definido, os docentes evitam utilizar metodologias diversificadas e, muitas vezes, ficam dependentes dos livros didáticos, da memorização e não se sentem seguros com temas que fiquem fora de sua zona de conforto.

Como licenciada pelo referido curso, saliento que há disciplinas no currículo da graduação que possibilitam o contato com metodologias de ensino diversificadas. Na disciplina teórico-prática de Radioquímica, utiliza-se a metodologia de Estudos de Caso para que o aluno adquira conhecimentos básicos a respeito de radiações e suas formas de interação com a matéria, bem como de reações nucleares e suas principais aplicações em diversas áreas da ciência e da tecnologia. Esse tipo de metodologia investigativa também é utilizado na disciplina teórico-prática de Química Orgânica de Biomoléculas, na qual auxilia para o estudo das principais classes de biomoléculas, relacionando suas estruturas com reatividade e função.

Destaco estas duas disciplinas, pois contribuíram de forma significativa para minha aproximação com as contemporâneas metodologias de aprendizagem. Particularmente, essas

disciplinas citadas em conjunto com o estudo sobre a metodologia de Resolução de Problemas durante o Estágio de Docência em Ensino de Química III-C, resultou na utilização desta perspectiva de aprendizagem na atividade final do estágio que realizei em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual em Porto Alegre. Com o auxílio da Professora orientadora do estágio, os problemas utilizados na atividade foram desenvolvidos para o estudo sobre o conteúdo de reações químicas através da contextualização de reações de Combustão, Fermentação e Corrosão. Nessa atividade investigativa, a construção de conhecimento se deu através da resolução de situações-problema, que envolveram etapas de observação, elaboração de hipóteses, consulta a fontes de informação, planejamento e execução de planos, coleta, análise e interpretação de dados. Além da discussão das explicações entre os meus alunos e a professora orientadora da investigação: eu.

Contudo, Imbernón³ diz que a formação docente é essencial, mas não o único fator que contribuí para o desenvolvimento profissional, visto que este inicia na experiência escolar e prossegue ao longo da docência. O autor defende que profissionalizar os professores pode realizar-se através da formação docente, contanto que a ação formativa utilizada estruture um novo modo de pensar e de dirigir as suas atividades.

Para Dewey⁴, toda experiência do futuro professor poderá facilitar a compreensão e o manejo com as situações futuras e proporcionar a construção de inter-relações a partir de sucessivas experiências em um processo contínuo. Sendo assim, a aproximação com a metodologia de RP na graduação possibilitou-me sua utilização em minha prática como docente em um curso profissionalizante em uma escola particular em Porto Alegre. Essa estratégia foi importante nas turmas com alunos de diferentes idades e perfis em que trabalhei, pois auxiliou na integração entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente com os conteúdos curriculares através da abordagem de problemas que envolviam questões oriundas da própria área de trabalho.

Além do contato com as metodologias investigativas durante a graduação, pode-se verificar na revisão da literatura que a Resolução de Problemas (RP) é objeto de estudo no ensino de Química tanto no Ensino Básico quanto no Ensino Superior ao longo das últimas décadas. Também se verificou que a implementação da estratégia além de apresentar o diferencial de envolver alunos e professores, contribui significativamente para a aprendizagem dos estudantes no uso de seus aportes teóricos, ferramentas tecnológicas, na construção do conhecimento científico contextualizado e também, ao identificar suas lacunas conceituais.

Em vista disso, o objetivo principal desta investigação é identificar as formas de contribuição do uso da estratégia de Resolução de Problemas (RP) para o desenvolvimento profissional de licenciandos em Química, no que tange aos aspectos teóricos e práticos da metodologia de Resolução de Problemas associada ao conteúdo de Ligações Iônicas. Os dados desta investigação foram coletados no segundo semestre letivo do ano de 2014, com uma turma composta com 5 licenciandos da UFRGS que participaram de uma experiência formativa no Estágio de Docência em Ensino de Química I-C.

Além do objetivo principal citado, buscou-se atingir os seguintes objetivos específicos: - elaborar material didático alinhado às propostas investigativas de ensino, através da metodologia de resolução de situações-problema, a fim de serem utilizadas com os professores em formação na disciplina de Estágio de Docência em Ensino de Química I-C; - analisar as conquistas e desafios da atividade formativa para ser aperfeiçoada para ações futuras.

Para fundamentar a pesquisa e a discussão dos dados, utilizou-se de referenciais da área da Didática das Ciências, da formação de professores e dos princípios das atuais Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para a formação de professores⁵ e das que estavam em vigência no início desta investigação⁶. Entre estes princípios, destaca-se o do desenvolvimento de competências relacionadas ao exercício profissional, o da simetria invertida e o da pesquisa com foco no processo de ensino e de aprendizagem. O Parecer CNE/CP 9/2001⁷ evidenciava que o conceito de simetria invertida auxiliaria na compreensão de um aspecto relevante da profissão e da prática de professor, que se refere ao fato de que a experiência como aluno faz parte da construção de sua trajetória que fará parte da sua profissão. Neste sentido, entende-se que a vivência da atividade de RP no papel de aluno auxilia no desenvolvimento integrado de conhecimentos acadêmicos e práticos dos futuros professores.

Para a realização da atividade formativa de RP, optou-se por discutir sobre Ligações Químicas, mais especificamente sobre Ligações Iônicas, devido ao pequeno número de publicações sobre o tema relacionado às perspectivas de ensino investigativas e também porque o conteúdo é de grande importância para a compreensão de outros conceitos químicos. Fernandez e Marcondes⁸ mostram que os alunos do Ensino Básico possuem grandes dificuldades conceituais como: aspectos energéticos, representações, confusões sobre os tipos de ligações; regradado octeto; geometria das moléculas e polaridade; entre outros. Ademais, as afirmações feitas acima, mostram que há a necessidade de uma investigação sobre como os

professores em formação compreendem esses conceitos a fim de que esses problemas de concepções por parte dos alunos sejam minimizados.

A fim de compreender melhor os conhecimentos dos futuros docentes, foi realizada uma revisão bibliográfica apresentando os subsídios teóricos presentes nas principais referências bibliográficas utilizadas nas aulas dos licenciandos nas disciplinas que abordam o conteúdo ligações químicas. Além disso, foram analisados os capítulos que apresentam os conteúdos relacionados à LQ nos Livros Didáticos (LD) do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2015⁹. É pertinente salientar que este trabalho não visa um estudo comparativo aprofundado entre os livros do ensino superior e médio, mas entende-se que a grande disparidade das formas de apresentação dos conteúdos pode favorecer que as dificuldades conceituais e metodológicas enfrentadas pelos futuros professores sejam reforçadas. Sendo assim, justifica-se este trabalho como uma experiência que visa contribuir para a formação de professores com maior clareza conceitual e prática do ensino de ligações iônicas.

Tendo como base os princípios amparados nas DNC^{6,5} juntamente com os subsídios teóricos da área de formação de professores, verifica-se que a proposta da ação formativa utilizada conflui aos princípios descritos que, a aprendizagem pode ser traduzida pela ação-reflexão-ação e pela resolução de situações-problema como uma das estratégias didáticas privilegiadas para ser vivenciada durante a formação docente, a fim de que o futuro professor possua subsídios para utilizá-la futuramente em suas salas de aula.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL

Villegas-Reimers¹⁰ destaca que a análise do processo de desenvolvimento profissional dos professores é um campo de conhecimento amplo e de certa forma novo no contexto educacional. A autora relata que, por muito tempo, o termo desenvolvimento profissional esteve associado apenas a noções de formação continuada, qualificação profissional, formação ou capacitação em serviço. Sendo assim, pensava-se que para sua efetivação, era suficiente o oferecimento de cursos ou seminários de curta duração que tratassem sobre determinados aspectos do trabalho docente. Segundo a autora, desde o início da década de 90, o conceito de desenvolvimento profissional vem modificando-se de acordo com a maior compreensão sobre como se produzem os processos de aprender a ensinar. Atualmente o desenvolvimento profissional dos professores é considerado um processo de longo prazo, que inclui oportunidades regulares e experiências planejadas sistematicamente ligadas às vivências profissionais dos professores¹⁰.

De acordo com Marcelo¹¹, o termo desenvolvimento profissional vem sendo utilizado com frequência no campo educacional, pois caracteriza de forma mais adequada o processo de formação de um profissional do ensino. O autor argumenta que se trata de um conceito que expressa evolução e continuidade, superando as divisões entre formação inicial e continuada. Evolução, pois o desenvolvimento profissional é considerado um processo que se constrói à medida que os professores adquirem experiência, sabedoria e consciência profissional. Continuidade, por ser um processo que pode ocorrer individualmente ou coletivamente, mas que deve ser contextualizado no local de trabalho do professor, contribuindo para o desenvolvimento das competências profissionais através de experiências formais e informais¹¹.

Na perspectiva de Marcelo¹¹, o desenvolvimento profissional possui algumas características: está estruturado no construtivismo, logo os professores são vistos como sujeitos que aprendem de forma ativa ao estarem engajados em tarefas concretas de ensino, como a avaliação, a observação e a reflexão; é um processo que ocorre em longo prazo; é favorecido por atividades formativas que abordem sobre as atividades diárias realizadas pelos professores, assim como as que permitem que os professores relacionem as novas experiências com os seus conhecimentos prévios; está intimamente ligado à reconstrução da

cultura escolar; engloba atividades as quais possibilitem a construção de novas teorias e novas práticas pedagógicas; é um processo colaborativo e único para cada realidade escolar.

Estudos que buscam interpretar o desenvolvimento profissional e compreender como este processo ocorre apontam que os professores passam por diferentes etapas no seu processo de aprender a ensinar^{12,11}. Sendo assim, para o professor conquistar sua competência profissional, não basta a simples experiência, no sentido do decorrer dos anos, pois o desenvolvimento profissional está intrinsecamente ligado aos processos de mudança, tanto no âmbito pessoal quanto profissional, no que diz respeito as suas crenças, conhecimentos e práticas docentes^{13,14}.

Conforme relatos na literatura, atualmente não se tem dedicado a atenção necessária aos aspectos evolutivos do processo de aprender a ensinar durante a formação inicial¹¹. Destaca-se que não se pode esquecer que os professores em formação já possuem um sistema de crenças, conhecimentos e concepções que os ajudam a interpretar as suas experiências de formação. Tardif¹⁵ nos lembra que os professores “são profissionais que foram mergulhados em seu espaço de trabalho durante aproximadamente 16 anos (15 mil horas), antes mesmo de começarem a trabalhar” (p. 13).

Diversos estudos indicam a influência das crenças no processo de desenvolvimento profissional docente^{16,17,18}. Essas crenças são identificadas em três categorias: experiências pessoais, as quais incluem a visão do mundo e como o indivíduo se porta em relação a si e ao outro; experiências de cunho formal que compreendem os conhecimentos acerca dos conteúdos a serem trabalhados e as suas metodologias de ensino; e as experiências práticas docentes, as quais englobam a vivência no papel de aluno e a sua influência na concepção da profissão¹¹.

Quanto às crenças, entende-se que estas são estruturas pessoais e subjetivas dos professores, convicções muitas vezes originadas de forma inconsciente a partir das vivências dos indivíduos, que representam sua forma de ver, sentir e se posicionar diante do trabalho que realizam^{16,17}.

Acrescido a essas características, os autores apontam que tais crenças influenciam na compreensão dos futuros professores sobre o que é aprender a ensinar, sendo significativas para a interpretação das experiências formativas vivenciadas nos cursos de formação inicial^{17,18}. Sendo assim, compreende-se que as crenças influenciam a forma como os professores aprendem a ser professor, assim como nos processos de mudança nas práticas docentes que podem ocorrer com o desenvolvimento profissional.

Neste contexto, compreende-se que para contribuir com a formação competente dos futuros professores é preciso entender o processo de desenvolvimento profissional docente, bem como as condições que o favorecem.

Marcelo¹¹ relata que o modelo implícito na maioria dos programas de desenvolvimento profissional (Figura 1) tem a intenção de provocar mudanças nos conhecimentos e crenças dos professores, para que estes alterem as práticas docentes em sala de aula e, conseqüentemente, gerem uma possível evolução nos resultados da aprendizagem dos estudantes.

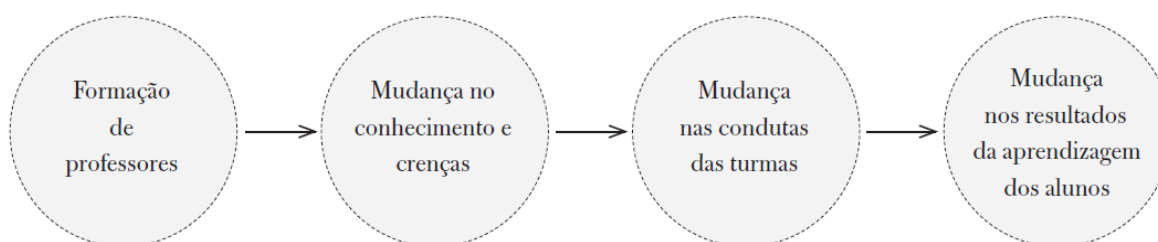


Figura 1: O modelo implícito no desenvolvimento profissional docente (MARCELO¹¹, p.16).

O autor descreve que o processo de desenvolvimento profissional não é favorecido com o modelo implícito, mas sim com o Modelo do Processo de Mudanças dos Professores (Figura 2). Neste modelo pressupõe-se que os docentes modificam as suas crenças não em decorrência da participação em atividades que propiciem apenas o estudo teórico sobre novas perspectivas de aprendizagem, mas sim ao utilizarem em sua prática as metodologias defendidas pela literatura, verificando se a utilização destas contribuem ou não para o aprendizado dos alunos. Nesta seqüência, os professores avançariam em seu processo de desenvolvimento profissional.

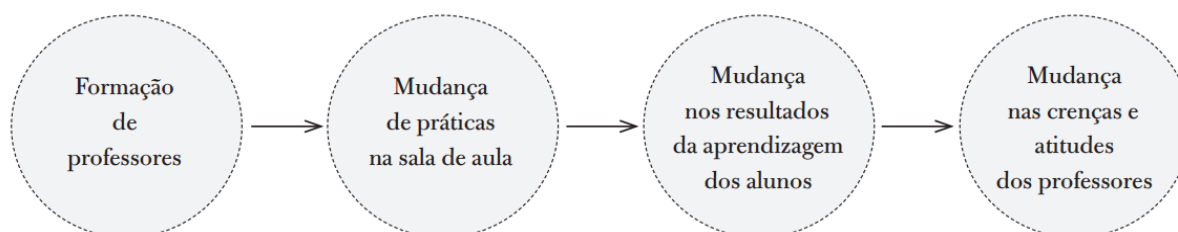


Figura 2: O modelo do Processo de Mudanças dos Professores adaptado de Marcelo¹¹, p. 16.

Saraiva e Ponte¹⁹ destacam que o desenvolvimento profissional envolve sempre alguma aprendizagem, implicando assim alguma mudança. Porém, a mudança do professor só ocorre se ele estiver disposto a mudar. O professor deve estar disposto a correr os riscos

inerentes às inovações educacionais, a enfrentar a insegurança das novas abordagens, as pressões dos colegas e das instituições²⁰. A mudança não é algo que possa ser forçado, “pois envolve a modificação ou a transformação de valores, atitudes, emoções e percepções que orientam a prática, cuja ocorrência é pouco provável se o professor não se sentir dentro das situações e com sentido de posse dos processos de tomada de decisão²⁰” (p. 98).

Sendo assim, a mudança de crenças é um progresso lento o qual necessita embasar-se na ideia de que ao introduzir novas metodologias, os aspectos relevantes do ensino são alterados. Por tanto, a aprendizagem dos alunos é favorecida com a implementação de propostas contemporâneas de ensino.

A partir destes princípios, o profissional do ensino tem o seu processo de desenvolvimento profissional iniciado ao assumir uma postura constante de reflexão, de construção de questionamentos e de busca de soluções¹¹. Profissionalizar os professores pode realizar-se através da formação docente, contanto que a ação formativa utilizada estruture um novo modo de pensar e de dirigir as suas atividades, norteando-se, por exemplo, na perspectiva do desenvolvimento profissional docente³.

Contudo, Imbernón³ diz que a formação docente é essencial, mas não o único fator que contribui para o desenvolvimento profissional, visto que este inicia na experiência escolar e prossegue ao longo do desenrolar da docência. Inúmeros elementos presentes no contexto profissional podem favorecer ou impedir esse desenvolvimento, como o ambiente de trabalho, a remuneração, as atribuições e a legislação trabalhista. Por conseguinte, torna-se interessante a melhoria de todos os fatores já citados para auxiliar no desenvolvimento profissional e as relações de trabalho.

2.2 - FORMAÇÃO DE PROFESSORES

De acordo com relatos da literatura, grande parte dos Cursos de Licenciatura em Ciências/Química contempla uma fragmentação entre os aspectos práticos e teóricos da formação, bem como a pequena consideração da necessidade de difusão dos conhecimentos, dos papéis sociais da escola e do ensino^{2,21}. Estes cursos, nem mesmo, proporcionam uma integração entre disciplinas de âmbito conceitual, didático e prático e, por conseguinte, mesmo que os futuros professores tenham estudado sobre teorias de ensino e aprendizagem durante a formação acadêmica, muitas vezes não conseguem utilizá-las, pois, afinal, não as vivenciaram efetivamente quando estudantes^{22,23}.

Alguns problemas na formação inicial de professores são pertinentes a vários cursos, como: os grupos de práticas de ensino muitas vezes são numerosos e a organização do tempo é insuficiente; os conhecimentos prévios dos licenciandos são pouco integrados durante a prática docente supervisionada; e a fragmentação do currículo²⁴. Além disso, Carvalho e Gil-Pérez²⁵ apontam empecilhos à plena formação docente tais como:

- A realidade dos laboratórios de ensino nos cursos de graduação é melhor em comparação à realidade dos encontrados nas escolas e por isso, torna-se difícil replicar as práticas por falta dos materiais e aparelhos sofisticados. Por consequência, a prática realizada se limita a um processo de verificação com roteiro e resultados programados.
- A aprendizagem passiva é bem expressiva devido ao formato expositivo das aulas, e o futuro professor acostuma-se a receber conhecimentos ao invés de construí-los.
- O currículo abordado é amplo para o tempo de curso, isso dificulta aprofundar conceitos implícitos.
- Os “problemas-padrão” engessados levam a atividades repetitivas, dificultando o desenvolvimento das maneiras de argumentação necessárias para se alcançar os fatos novos, como os temas não-previstos que os estudantes possam questionar.

Alguns autores destacam que este contexto revela a desarticulação existente nas matrizes curriculares de nossas licenciaturas e a falta de corresponsabilidade entre as partes envolvidas no processo de formação dos professores^{26,22}. Devido a algumas dificuldades em conceitos básicos científicos e, também, em adquirir conceitos novos, alguns professores podem afastar seus alunos do mundo científico pois exigem que os estudantes aprendam pela memorização e não pelo entendimento desses conceitos²⁷. Portanto, essa possível fragilidade na formação inicial pode ter relação com a falta de um eixo formativo o qual possui a função de integrar a esse estudo o exercício da docência².

Na história, a profissão docente é ligada ao conhecimento como o único elemento legitimador, portanto, deter certo conhecimento formal e ou científico era compreendido como a competência essencial para ensiná-lo^{3,11}. Nos dias de hoje, para ser um profissional do ensino é interessante ter diversas competências a fim de auxiliar no processo de crescimento de seus alunos. Dentre essas características, destaca-se a autonomia, possuir saberes formais e informais e transformá-los em aprendizagens significativas para os estudantes; além de tomar decisões acerca das questões da prática. Os conhecimentos formais científicos são pertinentes à formação acadêmica e, os saberes informais, podem ser ditos como a contribuição das

experiências pessoais dos docentes no desenvolvimento de sua profissão como as vivenciadas no papel de aluno, dentro de sua família e da sociedade como um todo. Essas vivências podem contribuir para a formação do professor juntamente com os saberes adquiridos na graduação em licenciatura. Sendo assim, o conhecimento é reconhecido como algo que mostra como tudo acontece, dinâmico e gerado pela colaboração e aplicado a diferentes contextos e, não somente algo a ser transmitido como certeza ou uma norma que se segue²⁷.

A fim de que ocorra um equilíbrio entre o aprendizado na graduação e o aprendizado da escola, a formação do professor em relação aos conteúdos depende do seu conhecimento acerca do que é ensinado. Por isso, quando esse conhecimento não é sólido e bem definido, os professores reforçam as concepções alternativas dos estudantes; ficam dependentes dos livros didáticos, da memorização e não se sentem confortáveis com temas que fiquem fora de sua zona de conforto; e também evitam utilizar metodologias diversificadas²⁸ como por exemplo, estratégias de investigação.

Pensando assim, uma das dificuldades de utilizar estratégias de investigação para os docentes em formação pode ser a falta de intimidade com o conteúdo a ser trabalhado por parte dos seus formadores, os quais acabam por recorrer à simples transmissão de conhecimento evitando assim, indagações que necessitam uma compreensão mais profunda²⁹.

Em vários países, a Educação Superior é motivo de estudos e na Espanha, Aznar e Varela Nieto³⁰ propõem uma educação interativa baseada em três conceitos: “maior envolvimento e autonomia do aluno; uso de métodos mais ativos: Estudos de caso, o trabalho em equipe, tutoriais, seminários, etc.; e o papel do professor como criador de ambientes de aprendizagem que estimulem alunos protagonistas” (p. 343). Sendo assim, uma formação inicial em ciências mais abrangente é possível, incluindo um certo nível social.

Estudos sobre o Curso de Licenciatura em Química Noturno da Universidade Federal do Rio Grande Sul (UFRGS) apontam que o conjunto de ações formativas desenvolvido no curso apresenta um perfil fragmentado², pois a maioria das disciplinas específicas possui um perfil mais conceitual, valorizando a transmissão dos conhecimentos teóricos e acadêmicos¹. Em contraponto, as disciplinas de *interface* entre conhecimentos específicos de química e pedagógicos, bem como as pedagógicas, possibilitam o reconhecimento de metodologias de ensino diferenciadas como o modelo investigativo¹. Além disso, os estudantes enfrentam dificuldades em adequar os conhecimentos acadêmicos para o nível de ensino da educação básica, pois no currículo não há disciplinas com este enfoque e os professores das disciplinas de conhecimentos específicos da química não oportunizam esta discussão¹. Essa dificuldade

em relacionar os conhecimentos do ensino superior e os do ensino médio também é observada em todo país²¹, pois os estudantes de licenciatura vivenciam atividades mais voltadas à pesquisa e não ao exercício docente.

Sendo assim, o futuro professor pode ter grandes dificuldades de inter-relacionar os conhecimentos profissionais necessários à atuação de um docente de Química^{2,31}.

Como forma de mitigar os problemas da formação inicial de professores, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para a formação de professores que estavam em vigência no início desta investigação⁶ apresentavam os princípios formativos que deveriam nortear os currículos das Licenciaturas. Dentre estes, destaca-se o princípio do desenvolvimento de competências relacionadas ao exercício profissional, o da simetria invertida e o da pesquisa com foco no processo de ensino e de aprendizagem.

Conforme o artigo 3º da Resolução CNE/CP 01/2002⁷ a simetria invertida corresponde ao fundamento da coerência entre a formação oferecida pelas Instituições de Ensino Superior e a prática esperada do futuro professor nas escolas de Educação Básica. As Diretrizes apontavam que a fragmentação vivenciada nos processos de formação poderia ser minimizada através de ações formativas norteadas no princípio da simetria invertida, no qual o futuro professor aprende o ofício em situação semelhante àquela em que vai atuar, porém, numa situação invertida.

Conforme Mello³², a situação de formação profissional do professor é inversamente simétrica à situação de seu exercício profissional. Quando se prepara para ser professor, ele vive o papel de aluno. Por essa razão, "[...] a formação do professor precisa tomar como ponto de referência, a partir do qual orientará a organização institucional e pedagógica dos cursos, a simetria invertida entre a situação de preparação profissional e o exercício futuro da profissão." (p. 102).

O Parecer CNE/CP 9/2001⁷ evidenciava que o conceito de simetria invertida auxiliaria na compreensão de um aspecto relevante da profissão e da prática de professor, que se refere ao fato de que “a experiência como aluno, não apenas nos cursos de formação docente, mas ao longo de toda a sua trajetória escolar, é constitutiva do papel que exercerá futuramente como docente” (p. 30).

Para Dewey⁴, a experiência pode ser descrita como uma ação ativa-passiva, e seu valor se baseia no caminho norteado na sua compreensão e trata-se de mudança quando for refletida, pensada e analisada. O termo experiência engloba o sentido de tentativa, no sentido de que a simples atividade não se constitui como experiência, pois é necessária reflexão para

uma ação de mudança, e, de sofrimento, ou seja, passar por alguma coisa. Assim, toda experiência torna-se instrumento de compreensão e manejo com as situações futuras e um processo contínuo, proporcionando a construção de inter-relações a partir de sucessivas experiências complementares⁴.

Sendo assim, aprender a experiência é fazer uma associação retrospectiva e prospectiva entre aquilo que fazemos e aquilo que em consequência essas coisas nos fazem gozar ou sofrer. Em tais condições a ação torna-se uma tentativa. Experimenta-se o mundo para saber como ele é, o que sofrer em consequência torna-se instrução, isto é, a descoberta das relações entre as coisas⁴.

Neste sentido, entende-se que a vivência de atividades norteadas pelo princípio da simetria invertida e olhar para o quanto o ser aluno influencia na prática do docente pode proporcionar o desenvolvimento integrado de conhecimentos acadêmicos e práticos docentes favorecendo o desenvolvimento profissional.

Ademais, o curso de licenciatura, estruturado a partir da ênfase na formação prática e da simetria invertida, faz das competências princípios de socialização que tendem a ser interiorizados, por intermédio das relações de interdependência, diretas ou mediadas, entre formadores e estudantes, nas diversas situações de aprendizagem que podem ser implementadas³³.

Com princípios convergentes, as atuais DCN para a formação inicial em nível superior⁵ normatizam no Art. 3º, § 5º, que os cursos de licenciatura devem priorizar um processo formativo no qual o licenciando construa conhecimentos em bases científicas e técnicas sólidas em consonância com as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica, e, onde haja articulação entre a teoria e a prática para o desenvolvimento dos conhecimentos científicos e didáticos necessários à futura atuação docente.

Ademais, o documento estabelece que ao longo do processo formativo seja priorizada a relação entre teoria e prática, visando o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades necessários à docência. Tanto que são direcionadas 400 horas-aula de prática como componente curricular⁵, no sentido de favorecer a relação teoria e prática e trazer subsídios para o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades necessários à docência.

2.3 - RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A Ciência é expressiva no desenvolvimento sustentável e em sociedades mais verdes, além de auxiliar no crescimento socioeconômico de um país que investe em Ciência, Tecnologia e Inovação²⁷. Sendo assim, o ensino de ciências torna-se importante para o indivíduo compreender com maior propriedade o meio em que vive. Para tanto, o professor de ciências necessita de domínio de conteúdo e também da pedagogia necessária para estimular a participação dos seus alunos no processo de ensino e aprendizagem²¹.

A preocupação de introduzir atividades que fomentem a participação dos alunos nas aulas também é motivo de pesquisa não só na educação básica, mas também na educação superior. Essa característica se apresenta nos estudos sobre os processos de ensino e aprendizagem por *inquiry*, que genericamente, objetiva-se na busca de informações e entendimento acerca de algo, ainda desconhecido para o indivíduo que participa desse processo, o qual estimule a experiência do descobrimento²⁷. Neste sentido, a aprendizagem por *inquiry* envolve processos nos quais naturalmente a curiosidade e a resolução de situações em que há um problema são objetivos a serem sanados.

A aprendizagem por *inquiry* fundamenta-se numa perspectiva construtivista, que permite aos alunos construir e apropriar-se de conhecimentos a partir de investigações dirigidas, tornando-se um modelo

Multifacetado que possibilita a realização de observações; colocar questões; examinar livros e outras fontes de informação para ver o que já se sabe, planificar investigações; rever o que já é conhecido à luz da evidência experimental; usar ferramentas para observar, analisar e interpretar dados; propor respostas, explicações e previsões; e comunicação de resultados²⁷ (p. 1574).

Na perspectiva da *inquiry* incluem-se as metodologias de resolução de problemas, projetos de investigações, bem como pequenas averiguações³⁴.

Ao longo da última década de investigação sobre a metodologia de Resolução de Problemas (RP) no ensino de Química, tanto nos contextos de sala de aula, como nos cursos de formação de professores^{35,36,37}, pode-se verificar que a implementação da estratégia contribui significativamente para a aprendizagem dos estudantes, apresentando o diferencial de envolver alunos e professores na construção do conhecimento científico contextualizado, no uso de seus aportes teóricos e ferramentas tecnológicas.

Neste sentido, entende-se que como a ciência é considerada uma atividade humana e que amplamente é utilizada para resolver problemas em geral, é interessante que seu ensino

também possa ser desenvolvido através de metodologias centradas nessa finalidade. Para isto, o professor necessita aprender a problematizar o conhecimento que o aluno possui e também propiciar a análise nestes conhecimentos mostrando assim, possíveis contradições e incoerências a fim de promover a ligação com o conhecimento científico.

Com o uso da estratégia de RP integra-se o tratamento das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) com os conteúdos curriculares, contextualizando, assim, o trabalho científico que tem considerável destaque na história e filosofia das Ciências, mas muitas vezes não está presente nas salas de aula de Ciências³⁸. Dessa forma, é possível possibilitar ao aluno uma aprendizagem mais completa e auxiliando em sua formação como cidadão^{39,30}.

Os trabalhos do grupo de Gil Pérez e outros investigadores da Universidade de Valência são pioneiros na utilização da resolução de problemas ou situações-problema para o ensino de Ciências, na Educação Básica e na Educação Superior^{38,29}. Nesta perspectiva de aprendizagem, um problema é entendido como uma situação que apresenta certo nível de dificuldade e para o qual não se tem de imediato, uma solução. Desta forma, para resolver um problema, se requer a utilização de determinados procedimentos que envolvem processos intelectuais e operatórios semelhantes aos processos seguidos em uma investigação científica.

2.3.1 - Classificação dos tipos de problemas

Na literatura encontra-se diferentes classificações para as situações-problema. Echeverría e Pozo⁴⁰ categorizam os problemas levando em consideração o seu conteúdo, a área à qual são destinados e também as características dos procedimentos e métodos necessários para a sua resolução. Pode-se diferenciar os problemas em dedutivo e indutivo, conforme o tipo de raciocínio que o indivíduo deve demandar na sua resolução e também do tipo definido e indefinido. Um problema classificado como definido é aquele de acessível reconhecimento e solução; em contrapartida, um indefinido ou mal definido é aquele no qual as etapas a serem seguidas são menos claras e específicas, ou seja, pode-se chegar a várias soluções. Já os problemas totalmente bem definidos são similares aos exercícios, nos quais os estudantes compreendem nitidamente as etapas a seguir e também os objetivos do problema. Os autores defendem que somente há problemas totalmente mal definidos se esses não possuírem solução.

O estudo de Ciências na educação básica proporciona aos alunos uma cultura

científica que permita-lhes entender melhor como o mundo funciona e, também como os avanços do conhecimento científico e tecnológico influenciam na vida cotidiana⁴⁰. Sendo assim, um dos objetivos dessa formação científica, é a capacidade dos estudantes em defrontar uma situação cotidiana e conseguir examiná-la e explicá-la, utilizando os modelos conceituais e os métodos pertinentes à ciência.

Posto isto, Pozo e Crespo⁴¹ classificam os problemas em três categorias: os problemas escolares, os problemas científicos e os problemas do cotidiano. Os problemas escolares podem possuir características de uma investigação fechada, na qual os métodos e os recursos são fornecidos pelo professor, restando para o aluno, a função de formar a sua resolução. Já os problemas científicos são os que são resolvidos por uma comunidade científica e os problemas do cotidiano surgem da vivência de cada indivíduo.

Além do mais, os problemas escolares podem ser caracterizados em abertos, semiabertos e fechados. Os problemas abertos são considerados amplos, almejando inúmeras resoluções e maneiras de serem resolvidos. Já para os problemas semiabertos, são disponibilizadas informações que delimitam o problema, no entanto, permitem que os estudantes elaborem ideias e estratégias com as quais seja possível defini-lo e resolvê-lo. Diferente dos anteriores, os enunciados dos problemas fechados delimitam de tal modo, que sua resolução demanda etapas mais ou menos pré-estabelecidas.

Visto que os problemas escolares, de acordo com muitos aspectos, permeiam entre os dois outros tipos⁴¹, um dos seus objetivos é o de conceber nos estudantes conceitos, métodos e ações inerentes da ciência que não servissem meramente para discutir os problemas escolares, mas também para compreender e solucionar melhor os questionamentos propostos a respeito do funcionamento da natureza e da tecnologia. Pozo e Crespo⁴¹ explicam que quando há a definição do modo pelo qual os problemas serão tratados em sala de aula, dos objetivos educacionais do currículo e de suas estratégias de resolução, os problemas escolares podem ser classificados em: problemas qualitativos, problemas quantitativos e pequenas pesquisas.

Os mesmos autores caracterizam os problemas qualitativos como aqueles cuja resolução ocorre através de raciocínios teóricos sem a presença de cálculos numéricos ou métodos experimentais. Normalmente, configuram-se como problemas abertos, nos quais se deve prever ou explicar uma situação ou um fato. No que diz respeito aos problemas quantitativos, a estratégia de resolução está centrada no cálculo matemático, na comparação de dados e no emprego de fórmulas que utilizam dados numéricos, embora o resultado não necessariamente ocorra em termos numéricos. A diferenciação entre as pequenas pesquisas

dos outros dois tipos de problemas é a necessidade de um trabalho prático de coleta de dados, no qual o estudante adquire as respostas necessárias através de um trabalho prático, tanto no laboratório da escola, como em saídas de campo.

Mesmo com a diferenciação entre os tipos de problemas, há uma quantidade de procedimentos e habilidades que são comuns a todos os problemas e que os indivíduos envolvidos em sua resolução os utilizam com maior ou menor competência. Sendo assim, mesmo com diferentes caminhos de resolução, para resolver qualquer tipo de problema é necessária atenção, lembrar e relacionar elementos entre si, e também ordenar estas habilidades de modo que levem à solução.

2.3.2 - A estratégia de Resolução de Problemas

Conforme diversos relatos na literatura da Didática das Ciências, atualmente há uma convergência no que se refere a conceber a aprendizagem como resultado de uma investigação dirigida, a partir do tratamento de situações-problema^{25,24,34}. A aprendizagem por resolução de problemas visa aproximar a atividade científica à construção do conhecimento em nível de Educação Básica e Superior^{29,24}.

Os princípios da estratégia contemplam atividades multifacetadas, que integram pequenas investigações práticas ou em campo, com os conteúdos conceituais e os exercícios de lápis e papel. Na perspectiva de aprendizagem por resolução de problemas, os alunos são considerados investigadores novatos e os professores são os orientadores da investigação²⁴. Nas atividades investigativas a construção de conhecimento se dá através da resolução de problemas, que envolve etapas como observações, elaboração de questões e hipóteses, consulta a fontes de informação, planejamento e execução de planos, coleta, análise e interpretação de dados, proposição de explicações, compartilhamento de informações³⁴.

A Resolução de Problemas é vista na literatura em ensino de Ciências como uma metodologia pertinente para incitar os estudantes a pensar e a criar. Essa metodologia requer dos alunos um comportamento ativo e um empenho para obter seus próprios resultados e está baseada na apresentação de situações abrangentes e sugestivas. Aznar e Varela Nieto³⁰ defendem alguns passos para o sucesso desta metodologia:

1. *Análise qualitativa do problema.* Neste momento, indica-se a revisão das teorias de referência, as possíveis concepções alternativas acerca do assunto em questão e se necessário, introduzir conceitos necessários e pertinentes. A partir daí deve-se

reformular o problema de acordo com as interações dos alunos e também, fazer as restrições necessárias. Destaca-se dessa etapa o estímulo à criatividade dos estudantes pois partindo da proposta inicial, derivou-se diferentes questionamentos tangentes aos seus interesses.

2. *Projeção de Hipóteses.* Após a análise qualitativa, os estudantes possuem condições de especular hipóteses a fim de obter a solução para o problema de trabalho. Essas hipóteses vão auxiliar na interpretação dos resultados, pois a falta de dados para solucionar o problema irá desenvolver explicações provisórias a serem testadas.
3. *Elaboração de estratégias de resolução.* Os Autores dizem que essa etapa são as tentativas de construção da resolução e é possível verificar e monitorar as variáveis com potencial para resolver o problema formulado. Pode-se criar um plano de trabalho com todos os materiais e procedimentos necessários, principalmente se a envolver experimentos.
4. *Resolução do problema.* O professor deve conduzir essa etapa de modo mais flexível ao padrão e erro, deve auxiliar os estudantes a transpor obstáculos. O problema deve ser resolvido, preferencialmente de maneiras diferentes para que a análise dos dados permita que os estudantes comparem suas respostas e percebam suas coincidências. Além disso, o aluno deve ser estimulado a falar detalhadamente todos os processos e estratégias que foram utilizados, possibilitando o seu diagnóstico de possíveis falhas.
5. *Análise de resultados.* Esta averiguação deve ser profunda para que as situações de extremo possam ser detectadas e o processo analisado para verificar a necessidade de uma revisão geral ou parcial do processo. É importante que todos os resultados sejam levados em consideração, a fim de verificar dificuldades pontuais dos estudantes.

Acrescido do aporte teórico da área de formação de professores e da Didática das Ciências, verifica-se que essa proposta converge aos princípios amparados legalmente na Resolução nº 01/2002 que instituiu as DCN, para a Formação de Professores da Educação Básica⁶, durante o início desta investigação. Nas DCN⁶, mais especificamente no artigo 13, constava que a aprendizagem poderia ser traduzida pela ação-reflexão-ação e pela resolução de situações-problema como uma das estratégias didáticas privilegiadas para ser vivenciada durante a formação do professor, para que esse tenha recursos para utilizá-la futuramente em

suas salas de aula.

As atuais DCN para a formação inicial em nível superior⁵ corroboram esta indicação no Art. 5º, apontando que a formação de professores deve estar fundamentada na concepção de educação como processo emancipatório e permanente, respeitando a especificidade do trabalho docente, para que haja articulação entre teoria e prática e que o futuro profissional possa vivenciar dinâmicas pedagógicas que

contribuam para o exercício profissional e o desenvolvimento do profissional do magistério por meio de visão ampla do processo formativo, seus diferentes ritmos, tempos e espaços, em face das dimensões psicossociais, histórico-culturais, afetivas, relacionais e interativas que permeiam a ação pedagógica, possibilitando as condições para o exercício do pensamento crítico, a **resolução de problemas**, o trabalho coletivo e interdisciplinar, a criatividade, a inovação, a liderança e a autonomia⁵ (p. 6, grifo nosso).

Ademais, alguns estudos apresentam vantagens no uso da metodologia de Resolução de Problemas na formação de professores⁴². Na perspectiva de investigação, a estratégia em questão, propicia ao docente uma maior autonomia em seus momentos de planejamentos de suas aulas, tornando-se assim, apropriada para a abordagem dos conteúdos de ciências. O professor elabora as situações problemáticas que possuem potencial para acrescer o conhecimento de cada estudante envolvido na tarefa, por esse motivo, é importante o docente pensar nas possíveis soluções para resolver os problemas que formulou. Além disso, a redação desses problemas não pode apresentar indicações de sua resolução, muito menos conter abertamente as respostas.

Dessa forma, instiga o docente a desencadear várias habilidades que envolvem o seu processo de formação, ao pensar e criar situações. Este exercício possibilita ao professor relacionar o pensamento cotidiano e o conhecimento sistematizado de ciências, contribuindo assim, na construção do processo didático-pedagógico e também orienta o processo de estruturação de metodologias mais coerentes para a educação. Dessa forma, trabalhar os problemas bem estruturados e desafiadores torna-se um caminho para que estudantes adquiram determinados conhecimentos mentais, sociais, ambientais e físicos os quais possibilitem a pensar e agir de forma a buscarem respostas aos questionamentos suscitados.

Pesquisas que utilizam a metodologia de RP na formação docente relatam aspectos positivos presentes nos resultados de suas ações formativas. Abreu e colaboradores⁴³, inferem que a atividade de investigação desenvolvida motiva os futuros docentes a ensinar Ciências Naturais pois oportuniza o contato com situações de aprendizagem próximas à prática científica. Além disso, a discussão coletiva proporcionou ao futuro docente rever seus

conhecimentos prévios, suas crenças e concepções a respeito de como ensinar e aprender e também sobre os conhecimentos científicos. Possibilitando assim, construir ações formativas ajustadas às suas necessidades de sala de aula. No entanto, os autores relatam que alguns sujeitos da pesquisa tiveram resistências para registrar o que tinham feito e aprendido durante as atividades, principalmente as elaborações escritas que deveriam ser feitas fora das horas de formação⁴³.

A pesquisa de Goi e Santos⁴⁴ investigou a utilização da metodologia de RP em cursos de formação de professores de ciências. Durante a elaboração dos problemas, as pesquisadoras observaram que os licenciandos sentem-se mais seguros e apresentam maior agilidade para produzir problemas do que os professores da formação continuada, os quais levam mais tempo para escolher o conteúdo a ser abordado e como apresentá-lo. Isso ocorre porque o professor que administra uma sala de aula possui um olhar mais engessado no currículo, dificultando extrapolações e, normalmente, está mais focado em atingir o potencial de cada aluno a partir de uma situação-problema, enquanto os licenciandos, muitas vezes, trabalham com problemas hipotéticos. A apresentação dos problemas elaborados pelos cursistas para os demais professores e para os formadores pode revelar algumas lacunas da sua formação. Observa-se que os professores preferem utilizar uma metodologia tradicional e possuem resistência em buscar o novo, mesmo sabendo que as metodologias alternativas de ensino são mais produtivas no processo ensino-aprendizagem⁴⁴.

Na investigação sobre energia através da RP na formação inicial de professores³⁰, é relatado que os licenciandos estão mais acostumados a obter a resolução para um problema proposto que verbalizar suas estratégias dessa resolução, principalmente quando se necessita de variáveis científicas. Essa tendência é justificada pela falta de familiarização com o exercício de explicar e explanar, indicando que é possivelmente uma questão inerente ao quadro teórico no qual os estudantes de licenciatura da pesquisa estão inseridos. Além disso, os licenciandos que trabalham com o modelo de resolução de problemas propostos, evoluíram para visões mais complexas do conteúdo abordado.

Portanto, trabalhar na Educação Básica exige dos docentes um aprofundamento teórico e metodológico a fim de desenvolver um currículo mais coerente com a realidade do indivíduo e também da escola. Pensando assim, os programas de formação, a fim de melhorar a qualidade do ensino, deveriam articular mais efetivamente aspectos metodológicos, pedagógicos e psicológicos. Dessa forma, o ensino é encarado como um processo investigativo, onde a vivência do docente em formação é valorizada e analisada através de

uma prática reflexiva sistemática e permanente do fenômeno educacional.

O uso da estratégia de resolução de problemas em experiências formativas vivenciadas nos cursos de formação de professores de Ciências é interessante para a melhora do processo formativo dos professores, para que tenham clareza conceitual e prática da utilização desta estratégia. Além de fortalecer os saberes práticos e a pesquisa reflexiva, torna-se possível verificar as dificuldades conceituais e metodológicas enfrentadas por esses profissionais em relação ao conhecimento de sua disciplina. Ou seja, o docente passa de consumidor da investigação de outros, para produtor das suas próprias investigações, mediante modificações epistemológicas e metodológicas relacionadas à ciência e ao seu ensino, possibilitando assim, formar-se continuamente por meio de mobilização de experiências.

2.4 - LIGAÇÕES IÔNICAS NO ENSINO SUPERIOR

Nesse contexto da resolução de problemas, optou-se por discutir sobre Ligações Químicas, mais especificamente sobre Ligações Iônicas, visto o pequeno número de publicações sobre o tema relacionado às perspectivas de ensino investigativas. Fernandez e Marcondes⁴⁵ (p. 20) mostram que os alunos possuem grandes dificuldades conceituais como: “a) confusão entre ligação iônica e covalente; b) antropomorfismos; c) regra do octeto; d) geometria das moléculas e polaridade; e) energia nas ligações químicas e f) representação das ligações”. Ademais, o conteúdo é de grande importância para a compreensão de outros conceitos químicos. E não menos importante, as afirmações feitas acima mostram que há a necessidade de uma investigação sobre como os professores em formação compreendem esses conceitos a fim de que esses problemas de concepções por parte dos alunos sejam minimizados.

A fim de direcionar uma melhor abordagem sobre as ligações em compostos iônicos, utilizou-se como contextualização os sais presentes no Salar de Uyuni para a elaboração das situações-problema.

O Salar de Uyuni é um deserto de sal proveniente da evaporação de grandes lagos e apresenta uma das principais fontes de lítio existentes através da extração do carbonato de lítio, também desse Salar são obtidos outros produtos como o cloreto de sódio e de magnésio e cloreto de lítio⁵⁰.

A seguir, apresenta-se uma breve revisão sobre os principais fundamentos teóricos sobre ligações em sólidos iônicos, visto que estes conhecimentos são pertinentes para a

resolução dos problemas que foram utilizados nesta investigação.

O objetivo desta etapa da revisão bibliográfica é apresentar os subsídios teóricos presentes nas principais referências bibliográficas utilizadas nas aulas dos licenciandos nas disciplinas que abordam o conteúdo ligações químicas.

2.4.1 - Ligações em sólidos iônicos

O estudo das estruturas depende basicamente da capacidade de relacionar suas propriedades químicas com as respectivas estruturas eletrônicas, por isso, o entendimento sobre ligações químicas, torna-se necessário⁴⁵. As ligações químicas entre átomos formam-se através do arranjo estrutural dos seus núcleos e seus elétrons⁴⁶. A ligação iônica em um sólido é o arranjo resultante formado por íons positivos e negativos e é mantida pela atração eletrostática entre eles. Os mesmos princípios utilizados no entendimento das moléculas, também são usados no estudo dos sólidos. Portanto, compreender as alterações de energia presentes na formação dos íons e como eles interagem, torna-se interessante para o estudo das propriedades dos sólidos iônicos⁴⁷. Esses sólidos são geralmente solúveis em água, apresentam altos pontos de fusão e ebulição e são isolantes elétricos⁴⁸. Sendo assim, para estudar a ligação nos sólidos iônicos usam-se teorias para facilitar a transição da química macroscópica para a química microscópica⁴⁵ e, portanto, utilizou-se a Teoria Eletrostática e a Teoria de Bandas para este trabalho.

2.4.2 - Teoria Eletrostática

Segundo a teoria a eletrostática, os sólidos iônicos geralmente são formados por elementos com considerável diferença de eletronegatividade, tornando-se assim, íons. Portanto, é possível considerar somente as interações eletrostáticas entre os íons de carga oposta e desprezar a sobreposição de orbitais e também as interações covalentes dos elementos^{48,49}. As propriedades dos sólidos iônicos estão relacionadas com a energia reticular (U_0) a qual representa a “energia liberada quando um mol de pares de íons, no estado gasoso, se aproxima de uma distância infinita até uma distância de equilíbrio para formar um sólido iônico”⁴⁸ (p. 197). A energia reticular não pode ser determinada diretamente, mas valores experimentais podem ser obtidos a partir de dados termodinâmicos, mediante o ciclo de Born

Haber. É possível também deduzir teoricamente os valores das energias reticulares que será apresentada a seguir.

O modelo eletrostático é originado da Equação de Coulomb a qual se adaptada para um sistema de um mol de íons com cargas opostas, a energia que representa essa interação pode ser apresentada mediante a seguinte Equação:

$$E = \frac{Nq^+q^-e^2}{4\pi\epsilon r} \quad (\text{Equação 1})$$

Na Equação 1, $e=1,6 \times 10^{-19}\text{C}$, valor que representa a carga do elétron e q , por sua vez, representa a unidade de carga dos respectivos íons. A constante de proporcionalidade é representada por $1/4\pi\epsilon$, na qual ϵ é a permissividade de carga no vácuo ($8,5 \times 10^{-12} \text{C}^2 \text{J}^{-1} \text{m}^{-1}$) e r representa a distância entre os íons, N representa o número de Avogadro. Em um arranjo cristalino, precisa-se considerar a interação de um íon com os outros íons presentes no cristal, já sejam de atração ou de repulsão, pois estas iterações aumentam a estabilidade do cristal por isso, um fator A chamada constante de Madelung (A) deve ser considerado⁴⁸.

$$E = A \frac{Nq^+q^-e^2}{4\pi\epsilon r} \quad (\text{Equação 2})$$

Cada arranjo cristalino possui um valor correspondente da constante de Madelung, pois ela está relacionada com as características geométricas do sólido cristalino alguns valores da constante de Madelung são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1: Valores de constantes de Madelung para algumas estruturas cristalinas⁴⁸ (p. 195)

Sólido	Número de Coordenação (cátion : ânion)	Constante de Madelung (A)
ZnS	4 : 4	1,638
NaCl	6 : 6	1,748
CsCl	8 : 8	1,763
TiO ₂	6 : 3	2,408
CaF ₂	8 : 4	2,519

Como os íons são tratados como cargas pontuais, além de considerar as interações atrativas dos íons com carga contrária, também precisa-se considerar as interações repulsivas entre eles pois deve-se ter em conta que eles possuem elétrons, as forças repulsivas agiram quando os íons se encontrem a distancias pequenas ⁴⁸. Portanto, a energia de repulsão ($E_R = NB/r^n$) é introduzida na Equação 2:

$$U = A \frac{Nq^+q^-e^2}{4\pi\epsilon r} + \frac{NB}{r^n} \quad (\text{Equação 3})$$

Por definição, B é uma constante desenvolvida por Born e o n é conhecido como expoente de Born que depende da configuração eletrônica dos íons, e seus valores são obtidos a partir de compressibilidade dos íons. Alguns valores são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2: Valores de expoente de Born para íons⁴⁸ (p. 196).

Configuração do íon	Expoente de Born (n)
[He] ou $1s^2$	5
[Ne] ou $2s^2 2p^6$	7
[Ar] ou $3s^2 3p^6$	9
[Kr] ou $4s^2 4p^6$	10
[Xe] ou $5s^2 5p^6$	12

Na Equação 3 são consideradas as forças de atração e as forças de repulsão entre os íons. A partir da derivada desta Equação, pode-se obter a energia reticular (U_0) e através de aproximações, se obtém a expressão (Equação 4), conhecida como a Equação de Born-Landé.

$$U_0 = A \frac{Nq^+q^-e^2}{4\pi\epsilon r} \left(1 - \frac{1}{n}\right) \quad (\text{Equação 4})$$

Analisando a Equação 4, pode-se observar que a energia reticular depende da distância entre os íons (r) da carga dos íons (q^+ e q^-) da constante de Madelung e do parâmetro n .

Os valores experimentais e os valores teóricos são aproximados quando se trata de um sólido iônico no qual há grande diferença de eletronegatividade. No entanto, quando essa diferença diminui, o modelo eletrostático não é tão satisfatório por não considerar o caráter covalente presente neste tipo de sólido com menor caráter iônico.

2.4.3 - Ciclo de Born-Haber

De acordo com a primeira lei da Termodinâmica, um sistema não pode criar ou consumir energia. Por consequência, a Lei de Hess estabelece que a entalpia de uma reação é a mesma, independentemente do número de etapas de reação⁴⁹. Mediante a aplicação desse princípio é possível calcular a entalpia de formação de um sólido iônico, a qual é a variação de entalpia molar padrão da formação dos elementos no estado padrão à 25°C e 1 atm^{47,52,49}. O ciclo Born-Haber⁴⁸ ciclo mostrado na Figura 3 é composto por reações em sequência e uma delas é a responsável pela formação da rede. Assim, esse é outro método para obter a energia reticular.

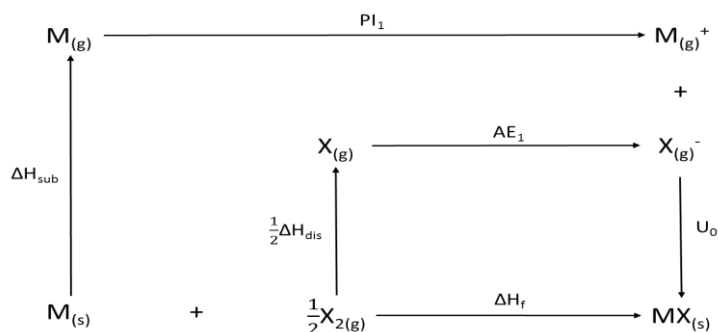


Figura 3: Ciclo de Born-Haber para a formação de 1 mol de sólido iônico a partir dos dados no estado padrão para reação genérica $M(s) + 1/2X_2(g) \rightarrow MX(s)$

Na Figura 3, ΔH_f é a entropia de formação do sólido iônico, ΔH_{sub} a entropia de sublimação do Metal, ΔH_{dis} a entropia de dissociação do não-metal, PI_1 o primeiro potencial de ionização do metal, AE_1 a primeira afinidade eletrônica do não-metal e o U_0 a energia reticular do sólido. Aplicando a Lei de Hess, a entropia de formação para o sólido iônico é dada por:

$$\Delta H_f = \Delta H_{sub} + \frac{1}{2} \Delta H_{dis} + PI_1 + AE_1 + U_0 \quad (\text{Equação 5})$$

Os parâmetros da equação acima, exceto a energia reticular, já foram determinados experimentalmente e podem ser encontrados na literatura. O valor da energia de rede obtido através do Ciclo de Born-Haber depende da exatidão das medidas consideradas.

Na Tabela 3 estão presentes os parâmetros que atendem a Equação 5 para o exemplo do Cloreto de Lítio.

Tabela 3: Parâmetros experimentais do Lítio e do Cloro⁵¹.

	Parâmetro	Valor (kJ mol ⁻¹)
Li	ΔH _{sub}	+ 159,3
	PI ₁	+ 520,3
Cl	ΔH _{dis}	+ 241,8
	AE ₁	- 348,5
LiCl	ΔH _f	- 408,6

Utilizando os dados da Tabela 3, é possível calcular o valor experimental da energia reticular do LiCl, $U_0(\text{exp}) = - 860,2 \text{ kJ mol}^{-1}$. E, a partir da Equação de Born-Landé (Equação 4), calculou-se o valor teórico $U_0(\text{teórico}) = - 867,1 \text{ kJ mol}^{-1}$, a partir dos dados abaixo retirados de Huheey⁴⁹.

$$\begin{aligned}
A &= 1,74756 \text{ (Constante de Madelung)} \\
N &= 6,022 \times 10^{23} \text{ (Número de Avogadro)} \\
q^+ &= +1 \text{ (Carga do íon Li}^+) \\
q^- &= -1 \text{ (Carga do íon Cl}^-) \\
e &= 1,60218 \times 10^{-19} \text{ C (Carga do Elétron)} \\
\pi &= 3,14159 \\
\varepsilon &= 8,854188 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ J}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ (Permissividade de cargas no Vácuo)} \\
r &= 2,40 \times 10^{-12} \text{ m (Raio do Li}^+ \text{ somado ao Raio do Cl}^-) \\
n &= 7 \text{ (Expoente de Born médio entre } n \text{ Li}^+ = 7 \text{ e } n \text{ Cl}^- = 9)
\end{aligned}$$

Os valores da energia reticular teórico e prático são matematicamente satisfatórios quando comparados, a diferença encontrada nos valores pode ser devida a que na Equação de Born Lande não foi considerada as possíveis interações intermoleculares e contribuição covalente.

Na Tabela 4 são mostradas as energias reticulares de alguns sólidos iônicos presentes nos processos do Salar, podemos observar que os sólidos com maior energia reticular apresentam maior ponto de fusão e ebulição. O fato de que LiCl apresente um menor ponto de fusão que o NaCl, pode ser explicado pelo efeito de polarização do cátion Li^+ fazendo que exista uma contribuição covalente⁴⁹.

Tabela 4: Valores dos Pontos de fusão e ebulição dos Cloretos em questão⁵¹.

	MgCl ₂	LiCl	NaCl
Energia Reticular (KJ mol ⁻¹)	-2957	-860*	-770
Ponto de Fusão (°C)	714	605	801
Ponto de Ebulição (°C)	1412	1382	1413

*Valor encontrado neste trabalho.

Outra propriedade que pode ser influenciada pela energia reticular é a solubilidade dos sólidos iônicos em água. O mecanismo de formação de soluções depende das intensidades relativas de forças atrativas entre as partículas do soluto e forças atrativas entre as partículas do solvente, além das forças que surgem entre as partículas do soluto e do solvente, durante o processo de dissolução. No caso de compostos iônicos em água, a solução é formada quando a atração eletrostática entre os íons no retículo é superada. Os principais fatores capazes de confrontar às forças de atração eletrostáticas são a desordem, a permissividade do meio e a força de atração entre as moléculas da água e os íons do soluto⁴⁹. Portanto, a capacidade de dissolução de um sal é fortemente influenciada pelo calor envolvido na dissolução do soluto em água pressão constante: entalpia de dissolução como mostrada na Equação 6.

$$\Delta H_{\text{dissolução}} = \Delta H_{\text{íon-água}} + \Delta H_{\text{íon-íon}} + \Delta H_{\text{água-água}} \quad (\text{Equação 6})$$

Apesar da intensidade da interação íon-íon ser maior do que a da interação dipolo-dipolo do solvente e do que a da interação soluto-solvente (íon-dipolo), o elevado número de interações íon-dipolo, que atua em cada íon, pode compensar a força de atração eletrostática que mantém os íons unidos no retículo. Além disso, a interação solvente-solvente nas adjacências do íon torna-se desprezível quando comparada às outras⁴⁹.

A presença das forças intermoleculares nas interações íon-água e água-água, que produzem uma fase condensada, é a diferença no que acontece com as misturas de gases ideais. Nessas condições, a solução é ideal e apresenta somente o fator “desordem”⁴⁹. As soluções de sólidos iônicos em água são consideradas soluções ideais ($\Delta H=0$) e assim, ao tratar da espontaneidade da dissolução, a temperatura ambiente, o câmbio de energia livre compreende somente o fator entrópico.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (\text{Equação 7})$$

$$\Delta G = -T\Delta S \quad (\Delta H = 0) \quad (\text{Equação 8})$$

O fator entrópico é influenciado pelo tamanho e carga dos íons, ou seja, a variação de entropia associada à dissolução de compostos iônicos em solventes muito polares como a água pode ser positiva ou negativa. Ocorre um aumento da desordem quando os íons migram do estado sólido para a solução, além do aumento de organização das moléculas do solvente quando os íons são solvatados, e também a parcela negativa associada à variação de entropia pode se tornar mais importante do que a parcela positiva⁴⁹.

Como pode ser observado na Equação 6, a entalpia de dissolução está diretamente relacionada com a quebra da rede (energia reticular do sólido), e também com a entalpia de solvatação, ambos os parâmetros dependem do raio dos íons; a energia reticular é inversamente proporcional à distância entre o cátion e ânion ($r = r^+ + r^-$) entretanto, a entalpia de solvatação está dada como ilustra-se na Equação 9⁴⁹:

$$\Delta H_{\text{solv}} = f_1 (1/r^+) + f_2 (1/r^-) \quad (\text{Equação 9})$$

Isto pode explicar a solubilidade de haletos, como pode-se analisar no gráfico (Figura 4) extraído de Shriver e Atkins⁴⁷, “há uma correlação entre as entalpias de dissolução de um sal e a diferença nas entalpias de hidratação dos dois íons” (p. 124). A diferença no tamanho do raio dos íons, influencia na solubilidade em água⁴⁷, portanto cátions e ânions de raios semelhantes possuem fraca atração com as moléculas de água e também íons de raios diferentes são mais solúveis em água. A dissolução do sal será exotérmica quando o cátion

possuir uma entalpia de hidratação maior do que a do seu respectivo ânion e, o inverso também é um equilíbrio favorável. Assim, sais que possuem íons pequenos são menos solúveis devido às altas energias da estrutura que a princípio, não podem ser compensadas pelas entalpias de hidratação relativamente altas⁵². Quando os íons presentes no sal são grandes, a entalpia de hidratação é relativamente pequena frente à predominante entalpia de rede, tornando-o pouco solúvel.

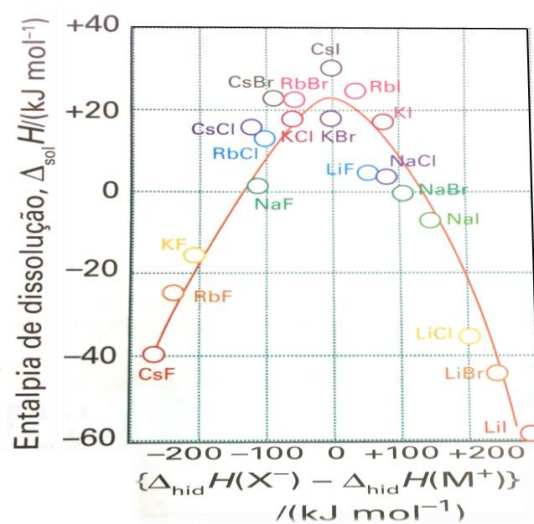


Figura 4: Gráfico da correlação entre as entalpias de dissolução dos haletos e as diferenças entre as entalpias de hidratação dos íons.

2.4.4 - Teoria De Bandas

De acordo com Benvenuti⁴⁸, a Teoria de Bandas é baseada pelos conceitos da mecânica quântica os quais utilizam ondas estacionárias para descrever os elétrons nos sólidos. Essa estrutura sólida unitária possui um potencial eletrônico periódico devido à presença de unidades estruturais dispostas de forma regular. Através da Equação de Schrodinger, obteve-se a Equação que aborda a energia do elétron em função do seu comprimento de onda submetido a um potencial periódico. Os estados energéticos obtidos mediante a solução da Equação 10 são próximos e contínuos.

$$E\varphi = \frac{h^2 K^2}{8\pi^2 m} \varphi \quad (\text{Equação 10})$$

Onde φ especifica uma função de onda, h é a constante de Planck, m é a massa do elétron e K é o número de onda ($K=1/\lambda$).

De acordo com a análise dessa Equação, constata-se que a distribuição periódica dos átomos na rede cristalina altera a propagação da onda produzindo um *gap*, região na qual o elétron não pode ser encontrado. Além disso, é possível verificar as zonas de Brillouin, as quais são regiões permitidas para os elétrons e, também cada zona possui finitos estados energéticos entre os quais os elétrons podem transitar entre seus limites. Portanto, as chamadas “Bandas” são as zonas de Brillouin vistas em uma rede cristalina tridimensional. A composição de uma banda é o conjunto de muitos estados energéticos próximos em energia separados pelo *gap* que se define por uma região de descontinuidade⁴⁸.

A discussão sobre a Teoria de Bandas pode ser feita também através do conceito de conservação de orbital: o número de orbitais moleculares resultantes é igual ao número de orbitais atômicos envolvidos na ligação^{47,52}. Em sólidos, o número de orbitais e níveis de energia é grande devido a quantidade de átomos envolvidos, gerando assim, uma banda de orbitais com energias próximas. A banda de valência é a de menor energia com elétrons e, por sua vez, a banda de condução é aquela de mais alta energia e que não possui elétrons.

A distribuição dos elétrons na estrutura de bandas obedece ao princípio de exclusão de Pauli e, também é similar ao preenchimento dos diagramas moleculares originados da Teoria do Orbital Molecular, na qual inicia-se pelos estados mais estáveis, ou seja, de menor energia. Isso acontece na temperatura do zero absoluto (0K) e sem influências de luminosidade, magnetismo e eletricidade⁴⁸. Essa conformação de preenchimento nessas condições dá origem

ao nível de Fermi^{47,48,52}, o qual é o estado ocupado por elétrons energeticamente mais alto (Figura 5).

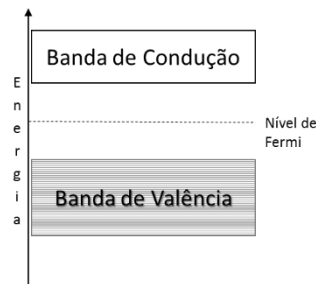


Figura 5: Ilustração das bandas de condução e valência em relação ao nível de Fermi.

Algumas propriedades dos sólidos metálicos podem ser explicadas pela teoria de bandas, como a sensibilidade frente a um campo magnético. Ao aumentar a temperatura de um sólido, os elétrons, antes restringidos, localizados próximos ao nível de Fermi, absorvem calor e assim, ultrapassam esse nível. Na temperatura ambiente a quantidade de elétrons que conseguem absorver calor é muito pequena, ou seja, a quantidade de elétrons que ultrapassam o nível de Fermi é tanto mais expressiva quanto maior for a temperatura a qual o sólido está sendo exposto. Além disso, a susceptibilidade magnética também depende da temperatura, visto que é necessário que os elétrons absorvam calor para que possam ultrapassar o nível de Fermi e assim, na banda de Condução, alinhar seus spins ao campo magnético aplicado.

A condutividade em sólidos também pode ser explicada mediante a teoria de bandas. Os sólidos possuem diferentes comportamentos quando é aplicado um potencial elétrico devido a seus diferentes elementos. A condutividade elétrica será maior se o número de elétrons na banda de condução for maior⁴⁸. Isso só é possível se a banda não está totalmente preenchida e assim, o nível de Fermi encontra-se próximo ao centro da banda de valência. Existe um impedimento do movimento dos elétrons quando a diferença de energia entre a banda de valência e a banda de condução, o *gap*, for maior que 3.0 eV⁴⁸ e também a banda de valência for preenchida, gerando um material isolante⁵². No entanto, os materiais semicondutores apresentam um *gap* menor do que os materiais isolantes, mostrando uma condutividade significativa à temperatura ambiente.

Além do mais, nos sólidos condutores de eletricidade, em que os orbitais não são completamente preenchidos, o *gap* é zero e por isso, os elétrons deslocam-se dentro do sólido mais facilmente. Além disso, os níveis sem elétrons ficam na parte ocupada da banda, pois um mínimo de energia já é suficiente para mover alguns elétrons para níveis mais altos no interior da banda^{47,48,52}.

Os níveis de energia dentro das bandas apresentam-se em concentrações diferentes chamadas densidade dos estados⁵², de $N(E)$ ou de ρ ⁴⁷. Como exemplo, a Figura 6 foi adaptada do Gary⁵², na qual mostra em (a) um material isolante com sua banda de valência preenchida; (b) um material condutor com uma banda de valência semipreenchida e uma banda de condução separada; e (c) um condutor com sobreposição de bandas devido à semelhança das energias dos orbitais atômicos que, sob o efeito de um potencial elétrico, torna-se um bom condutor. Geralmente, a alta condutância e sua diminuição devido a variação de temperatura, são características dos metais⁵².

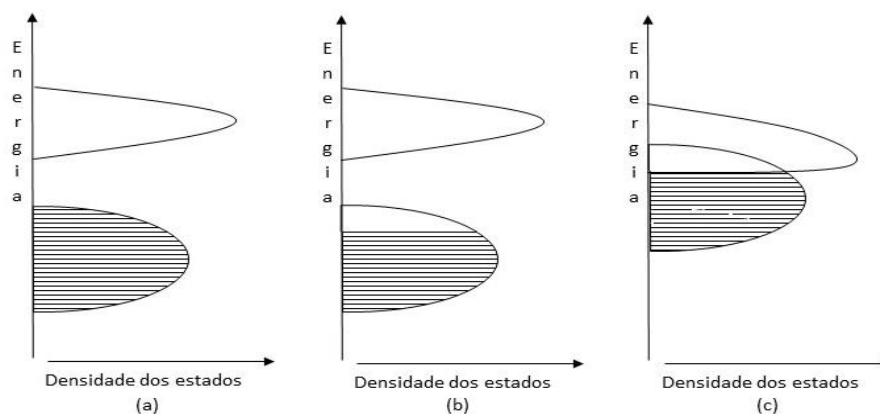


Figura 6: Bandas de energia e densidade dos estados.

Considerando o objeto deste estudo, os sólidos iônicos são considerados isolantes elétricos. Devido à expressiva diferença de eletronegatividade entre os átomos envolvidos nas ligações iônicas, à energia do orbital ligante e antiligante formado neste tipo de ligação, está bem próxima à energia do orbital atômico do ânion e do cátion respectivamente⁴⁸. Por consequência, aceita-se que os sólidos iônicos são formados por íons, envolvidos nas ligações iônicas, e o *gap* apresentado entre a banda de valência e a banda condutora é maior que 3.0 eV. Essa magnitude está diretamente relacionada com a diferença de eletronegatividade dos átomos envolvidos na ligação.

2.5 - LIGAÇÕES IÔNICAS NOS LIVROS DO PNLD 2015

Na realidade educacional brasileira o Livro Didático (LD) é um instrumento bastante significativo, dado que é utilizado como principal recurso didático no processo ensino-aprendizagem. Conforme contribuições de Santos e Carneiro⁵³ o LD apresenta três funções principais no processo ensino-aprendizagem: a de informação, a de estruturação e organização da aprendizagem, e a de guia do aluno no processo de apreensão do mundo exterior. Neste sentido, o livro pode ser entendido como ferramenta que pode permitir uma maior interação das experiências e conhecimentos dos alunos com as teorias e novos conhecimentos, através da mediação dos professores com a utilização das atividades propostas neste recurso didático.

Em 2004, o governo brasileiro criou o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), quando universalizou o LD para alunos de escolas públicas do ensino médio de todo o país. Após a avaliação das obras, o MEC publica o Guia de Livros Didáticos com resenhas das coleções consideradas aprovadas. A seguir, esse Guia e os livros são encaminhados às escolas, que escolhem duas opções de obras para cada ano e disciplina, entre os títulos disponíveis, conforme proposições que melhor atendem ao seu Projeto Político Pedagógico⁵⁴. Caso não seja possível a compra da primeira opção escolhida, é enviada à escola a segunda coleção selecionada. Portanto, a escolha da segunda opção deve ser tão criteriosa quanto a primeira.

A cada ano, o MEC adquire e distribui os livros para os alunos das escolas públicas em ciclos trienais alternados: anos iniciais do ensino fundamental, anos finais do ensino fundamental ou ensino médio. Os alunos devem devolver os livros após o uso de um ano, pois estes serão reutilizados nos anos subsequentes.

No que tange aos conteúdos de ligações químicas, o PNLD 2015⁹ avalia se as obras do componente curricular Química apresentam o conhecimento químico de forma contextualizada, no qual são levados em conta aspectos sociais, econômicas e culturais da vida humana. E, também se abordam concepções sobre propriedades das substâncias e dos materiais, sua caracterização, aspectos ativos e de energia, além dos modelos de composição da matéria a eles relacionados.

Estes critérios são convergentes às determinações dos atuais Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio⁶; e das Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais⁵⁵. Esses documentos definem que o conteúdo de ligações químicas deve ser desenvolvido de forma a compreender os estados da matéria, as interações presentes

nas ligações químicas, seus aspectos energéticos e, também relacioná-las com as propriedades macroscópicas das substâncias.

Nesse sentido, Corrêa et al.⁵⁶, consideram que o LD corresponde a um importante instrumento de mediação entre o conhecimento científico e formal e os conhecimentos empíricos e não formais dos professores e dos alunos, alicerçando, desse modo, a formação intelectual dos sujeitos implicados no processo ensino-aprendizagem.

Frente a este contexto, nesta etapa da revisão bibliográfica buscou-se identificar as formas de apresentação dos conteúdos sobre ligações iônicas, bem como identificar os recursos metodológicos utilizados para abordar as temáticas trabalhadas nos livros didáticos de química do PNLD 2015. Considera-se que analisar como o conteúdo de ligações iônicas é representado nos LD justifica-se, pois, auxilia a pensar criticamente sobre um dos instrumentos pedagógicos mais utilizados em sala de aula.

As coleções dos livros analisados (Tabela 5) são divididas em três volumes cada. Os volumes são organizados em unidades e estas são subdivididas em capítulos. Sendo o foco desta pesquisa o conteúdo de Ligações Iônicas, optou-se por analisar o volume 1 de cada publicação que abordam esse tópico.

Tabela 5: Relação dos LD avaliados presentes no PNLD 2015⁹.

Livro	Título do Livro	Autores	Editora	Ano
L1	Química	Martha Reis	Ática	2013
L2	Química Cidadã	Grupo de Pesquisa Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gerson de Souza Mól	AJS	2013
L3	Química	Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado	Scipione	2013
L4	Ser Protagonista	Murilo Tissoni Antunes	SM	2013

De acordo com o estudo realizado, os livros didáticos de Química do PNLD 2015 apresentam propostas metodológicas variadas. O L1 prioriza a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e como o aluno pode argumentar sobre essas questões e assim, auxiliar no desenvolvimento de sua cidadania. O L2 tem como foco a aprendizagem significativa e o desenvolvimento de sujeitos ativos na construção de conhecimento e no exercício da cidadania. O L3 coloca em evidência realização de projetos e atividades em contexto interdisciplinar, de experimentação e também de aprendizagem em grupo. O L4 estrutura-se basicamente em contexto sociocultural, de experimentação e também no contexto histórico. Com a finalidade de esmiuçar os capítulos referentes a Ligações Iônicas, a partir da Tabela 6, analisou-se os principais conteúdos e os contextos presentes nos livros.

Tabela 6: Descrição das relações entre os conteúdos de Ligações Químicas e seus contextos.

Conteúdos	Contextos			
	L1	L2	L3	L4
Estabilidade Ligação Iônica	pH	Propriedade das substâncias	Sem Contexto	Sem Contexto
Compostos Iônicos	Propriedades das substâncias	Agrotóxicos	Propriedades das substâncias	Propriedades das substâncias

No L1, páginas 270 e 271, a unidade 5 é introduzida pela imagem de uma estátua de metal corroída e por um texto que trata sobre a chuva ácida e como acontece o fenômeno da corrosão. O conteúdo de Ligações Iônicas está dentro dessa unidade, no capítulo 17, o qual continua a abordagem do assunto chuva ácida através de um texto no formato de reportagem intitulado “Saiu na Mídia” (p.272) que contextualiza o conceito de pH. Após, esse texto, há uma pergunta: “O que é exatamente tabela de pH? Como ela funciona”? A resposta a esse questionamento é precedida da definição de ligações iônicas e da diferença de eletronegatividade entre os átomos:

Quando a diferença de eletronegatividade entre dois átomos de elementos químicos distintos é maior do que 1,6, a ligação entre eles é predominantemente iônica, ou seja, obtida pela formação de íons positivos e negativos que permanecem juntos por atração eletrostática. A ligação iônica é sempre uma ligação polar, e a intensidade do dipolo formado entre os átomos aumenta com o aumento da diferença de eletronegatividade entre eles (LD Química - Martha Reis, 2013, v.1, p. 273).

O livro L2, possui um texto introdutório intitulado “Tema em foco” o qual traz imagens que contextualizam o assunto trabalhado na unidade. O conteúdo de Ligações Iônicas é trabalhado no capítulo 7, no qual tem-se a “Produção de alimentos e ambiente: faces da mesma moeda” (p. 218) como assunto inicial. Em seguida desse texto, há uma tabela classificando os agrotóxicos de acordo com o seu tipo, suas características químicas e toxicológicas. E também uma discussão sobre biocombustíveis e produção de alimentos e outra sobre transgênicos. Ao final desse quadro introdutório, há uma sessão chamada “Debata e entenda” (p. 225), que propicia um aprofundamento sobre transgênicos. Após essa introdução, o texto faz referência a como os átomos se unem, destacando a importância de compreender esse questionamento para entender como as substâncias agem nos solos e na produção de alimentos. A seguir, o L2 apresenta um quadro “Química na escola” no qual há um experimento a ser realizado em sala de aula com a supervisão do professor sobre condutividade (p. 226). A análise dos resultados da atividade experimental possibilita a introdução do conceito de substância iônica, de cátions, de ânions e de dissociação iônica.

Através da explicação da formação de íons, por meio da diferença de eletronegatividade presente entre os átomos de sódio e cloro, conceitua-se: “Com a formação de íons, passa a existir atração eletrostática entre essas espécies químicas: íons positivos (cátions) atraem íons negativos (ânions). Essa interação entre cátions e ânions é denominada ligação iônica” (LD Química Cidadã, 2013, p. 231).

O capítulo 9 é o de interesse no livro L3, o qual apresenta em duas páginas uma ilustração de diamante e grafite e também a imagem de um mosquito sobre a água, juntamente com um pequeno texto que cita conteúdos anteriores e também diz sobre o foco do estudo, os materiais (p. 274). As posteriores sessões envolvem pesquisa, discussão e experimentos todos envolvendo o tema central com alguns momentos comparativos entre os tipos de ligações químicas por meio de perguntas sobre a natureza das ligações e a relação com as suas respectivas propriedades como solubilidade e ponto de fusão e ebulição. No entanto, os textos subsequentes que apresentam as definições dos tipos de ligações e das propriedades dos sólidos formados, não possuem contextualização, utilizando somente o exemplo do cloreto de sódio e sua diferença de eletronegatividade para definir a formação de íons e conceituar o tipo de ligação: “Como a ligação iônica é baseada em atração eletrostática, um cátion Na^+ deverá interagir com os ânions Cl^- à sua volta e vice-versa” (LD Química – Mortimer, 2013, p. 295).

A unidade analisada no livro L4 apresenta duas páginas introdutórias (p.176 e 177) sobre o assunto a ser trabalhado nas quais está presente uma imagem de uma gota da água e um sumário com os tópicos dos capítulos. E um pequeno texto sobre a água e questões para reflexão sobre a importância desde recurso natural e suas propriedades, além de uma prévia do que será trabalhado na unidade. O assunto Ligações Iônicas está presente dentro do capítulo 10 o qual trata sobre algumas substâncias, como alumínio e sal de cozinha para introduzir a relação do tipo de material e suas características (p. 178). Porém o tópico que descreve o conteúdo de importância, somente utiliza o cloreto de sódio para exemplificar após conceituar:

Como o próprio nome sugere, a ligação iônica ocorre entre íons. Para que se atraiam, esses íons devem ter cargas opostas, isto é, um deles deve estar na forma de íon positivo (cátion) e o outro, na forma de íon negativo (ânion). O cloreto de sódio é formado pela união de cátions Na^+ e ânions Cl^- . A ligação iônica é, portanto, resultado da atração eletrostática entre espécies de cargas opostas (LD Ser Protagonista, 2013, p.183).

Nesta análise dos LD, identificou-se que há a presença de temas variados tanto na introdução e no fechamento dos capítulos, quanto no desenvolvimento destes, na forma de textos complementares. Nos textos presentes nos livros são apresentados questionamentos

reflexivos os quais possuem potencial para a atividade de pesquisa e debate acerca do tema ou assunto abordado. Neste âmbito, frente à importância do conteúdo Ligações Iônicas, verificou-se que os livros apresentam conceitos e explicações de termos científicos de forma apropriada às orientações das legislações educacionais vigentes. Além disso, infere-se que o conteúdo em questão se apresenta interessante como foco de pesquisas, devido à pequena quantidade de publicações sobre esse assunto e pela sua relação direta com outros conteúdos importantes para a construção dos conhecimentos químicos.

É pertinente salientar que este trabalho não visa um estudo comparativo aprofundado entre os livros do ensino superior e médio, mas entende-se que a grande disparidade das formas de apresentação dos conteúdos pode favorecer que as dificuldades conceituais e metodológicas enfrentadas pelos futuros professores sejam reforçadas. Desta forma, compreende-se como pertinente que durante a formação inicial os licenciandos vivenciem momentos formativos que favoreçam a discussão de como adaptar para a educação básica os conhecimentos discutidos de maneira tão aprofundada na graduação. Sendo assim, justifica-se este trabalho como uma experiência que visa contribuir para a formação de professores com maior clareza conceitual e prática do ensino de ligações iônicas.

3 - METODOLOGIA

3.1 - FUNDAMENTAÇÃO DA PESQUISA QUALITATIVA

Este trabalho é caracterizado por um caráter qualitativo⁵⁷, pois se enquadra no modelo de pesquisa a qual costuma ser direcionada ao longo de seu desenvolvimento. Ademais, normalmente não necessita de recursos estatísticos para análise dos dados e também, não busca enumerar ou mensurar eventos. Os objetivos de interesse na pesquisa qualitativa são amplos e partem de uma perspectiva diferenciada daquela adotada nos métodos quantitativos. A obtenção de dados descritivos é, principalmente, através de contato direto e interativo do pesquisador com a situação objeto de estudo. Para tanto, neste tipo de pesquisa, é habitual que o pesquisador trabalhe para entender os fenômenos, segundo a perspectiva dos participantes da situação objeto do estudo e, assim, possa estabelecer sua interpretação dos fenômenos estudados.

Denzin e Lincoln⁵⁸, argumentam que a pesquisa qualitativa possui, genericamente, vários métodos e abordagens e é um campo que permite a associação de termos, conceitos e suposições de forma coordenada. Os autores a caracterizam como um conjunto de práticas materiais e interpretativas, as quais modificam o mundo em uma sequência de representações que incluem as entrevistas, as conversas, os registros audiovisuais, as notas de campo, entre outros.

Nesse sentido, Lüdke e André⁵⁷ alegam que a pesquisa qualitativa, tem o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento. Sendo assim, os dados coletados são descritivos e também há uma preocupação com o processo muito maior do que com o produto final. Por isso, esse tipo de pesquisa torna-se um campo interdisciplinar que ultrapassa os supostos limites das ciências sociais e físicas.

Nessa perspectiva, a presente pesquisa realizou-se em ambiente natural, uma vez que os dados utilizados foram coletados no ambiente de uma universidade. Assim sendo, nesse local o pesquisador interpretou as falas dos futuros professores, a produção escrita, os gestos e ações em grupo, atentando para: o processo de formação dos futuros professores e a implementação do trabalho de resolução de problemas no Ensino Superior.

No presente trabalho, optou-se pela pesquisa qualitativa, pois esta permite uma visão mais ampla de um cenário, transformando e construindo o conhecimento coletivo. Além disso, neste tipo de pesquisa o pesquisador participa do processo, descreve os significados

analisa a produção escrita por meio de interpretação e desenvolve a teoria, possibilitando narrativas ricas e interpretações individuais. As partes são mais importantes do que o todo, preocupa-se com a qualidade das informações. Dentre as modalidades que a pesquisa qualitativa dispõe, utilizou-se como referencial metodológico o Estudo de Caso.

3.2 - ESTUDO DE CASO

Ao buscar uma pesquisa capaz de contemplar as demandas educativas e que atinja as exigências da diversidade do meio educacional, utilizou-se o Estudo de Caso. Tendo como finalidade encontrar uma metodologia coerente com os objetivos desta pesquisa e que forneça respostas aos pertinentes questionamentos. O diferencial dessa metodologia é a característica de ser um plano de investigação que se apoia em estudo minucioso e aprofundado de um “caso” bem definido, em seu contexto natural.

De acordo com Yin⁵⁹, um “caso” pode ser um indivíduo, um pequeno grupo, uma organização, uma comunidade, um processo, um incidente ou acontecimento imprevisto, entre outros. Assim sendo, é importante a explícita atenção com os limites: a distinção entre o fenômeno que está em estudo e seu contexto. Para o autor, o Estudo de Caso é um método qualitativo que geralmente compõe uma forma de aprofundar uma unidade individual, além de auxiliar na resposta de questionamentos sobre os quais o pesquisador não possui grande controle em relação ao fenômeno estudado.

Para Lüdke e André⁵⁷, o Estudo de Caso acontece em situação natural, é repleto de dados descritivos, possui um amplo e versátil plano, focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada. Os autores afirmam, ainda, que um caso é bem definido, podendo ser similar a outro caso, mas ao mesmo tempo pode ser bem diferente, visto que possui interesse próprio e singular. Portanto, cada um carrega sua peculiaridade e, conseqüentemente, suas particularidades.

O Estudo de Caso pode levar os investigadores a fazer conclusões a partir das observações a analisar outros dados que foram investigados. Ou seja, é uma ferramenta utilizada para entender a forma e os motivos que levaram a determinada decisão. Além de contribuir para a maior compreensão dos fenômenos individuais, os processos organizacionais e políticos da sociedade.

Portanto, de posse das colocações acima, esse método de pesquisa foi escolhido por ser único e múltiplo e por abranger planejamento, técnicas de coleta e análise de dados⁵⁹.

Assim sendo, o caso pesquisado foi desenvolvido com cinco licenciandos matriculados no Estágio de Docência em Ensino de Química I-C, do curso de Licenciatura em Química Noturno da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dessa maneira, o trabalho realizou-se em ambiente natural, pois os dados utilizados foram coletados no ambiente de uma universidade, pelo pesquisador, juntamente com a professora regente do Estágio.

A ação formativa propiciou a formação teórica e prática dos licenciandos sobre os aspectos metodológicos da perspectiva de aprendizagem investigativa. E, também, analisou a sequência das aulas onde os licenciandos vivenciaram a metodologia de Resolução de Problemas no papel de alunos. Possibilitando assim, que o pesquisador realize seu trabalho em cenários naturais, compreendendo e interpretando determinados fenômenos⁵⁷. Além disso, aplicou-se questionários relativos aos conhecimentos dos futuros professores em relação ao conteúdo de Ligações Iônicas e Resolução de Problemas, os quais foram analisados e interpretados.

3.3 - METODOLOGIA DA PESQUISA

3.3.1 - Primeira Etapa: Aprofundamento conceitual e revisão bibliografia.

A fim de atingir o objetivo geral desta investigação: identificar as formas de contribuição de uma atividade de formação de futuros professores de Química, no que se refere aos aspectos teóricos e práticos da metodologia de Resolução de Problemas associada ao conteúdo de Ligações Iônicas, foi necessário um aprofundamento teórico acerca dos aspectos relacionados ao conteúdo de Ligações Químicas, ao Desenvolvimento Profissional, à Formação de Professores e à Resolução de Problemas.

Primeiramente, realizou-se uma revisão bibliográfica relacionada a eixos de discussão sobre o conteúdo Ligações Químicas. Visto o pequeno número de publicações sobre o tema relacionado às perspectivas de ensino investigativas, optou-se por discutir, mais especificamente sobre como o conteúdo de Ligações Iônicas está apresentado nos livros utilizados nas disciplinas de Química Inorgânica da Educação Superior e nos Livros Didáticos de Química do PNLD 2015⁹. No segundo momento, a revisão apresentada objetivou um levantamento sobre a formação de professores o seu desenvolvimento profissional e sobre a metodologia de resolução de problemas.

Mediante a referida revisão bibliográfica, foi possível averiguar que o conteúdo de Ligações Iônicas associado à Resolução de Problemas é pouco frequente na literatura e nos livros didáticos analisados. Portanto, entende-se que esta dissertação se mostra como um trabalho relevante no âmbito da educação.

3.3.2 - Segunda Etapa: Planejamento da ação formativa.

De posse do levantamento bibliográfico, constatou-se que a Resolução de Problemas se enquadra para o tratamento dos conteúdos de Química, por isso organizou-se uma proposta de ação formativa para os estudantes do curso de licenciatura em Química. O intuito dessa atividade foi fornecer aos futuros professores de Química da Educação Básica a formação e a vivência para o trabalho com a metodologia de Resolução de Problemas, a partir do conteúdo de Ligações Iônicas.

Para tanto, utilizou-se a temática “Salar de Uyuni” como motivação e contextualização do conteúdo em questão. Possibilitando que os licenciandos tivessem subsídios teóricos e práticos em relação ao uso dessa metodologia e da temática em questão em seu próprio ambiente universitário. O tema motivador, Salar de Uyuni, trata-se de um deserto de sal, ao sul da Bolívia que contém uma imensa reserva de Lítio, situado a mais de 3.000 metros acima do nível do mar, e que possui uma crosta de sal de aproximadamente 120 metros de espessura^{60,61}. Esse tema foi utilizado na elaboração dos problemas utilizados na atividade formativa.

A ação formativa foi aplicada durante o segundo semestre de 2014 e a sua elaboração envolveu quatro fases:

Primeiramente foram abordados aspectos teóricos sobre a metodologia, como o papel da Resolução de Situações-Problemas no desenvolvimento científico⁶², no ensino de Ciências e Química, sobre a perspectiva de aprendizagem por Resolução de Problemas, os tipos de problemas, os resultados já alcançados com sua utilização na Educação Básica e Superior de Química e alguns relatos de experiência.

Na segunda fase foram discutidos os pressupostos pedagógicos defendidos por Dewey⁴ e da perspectiva sociocultural embasada em Vygotsky⁶³, para a análise de exemplares de problemas.

Os licenciandos elaboraram problemas, na terceira fase, para possível utilização nos estágios docentes, a partir de questões das provas do Exame Nacional do Ensino Médio

(ENEM). Foram disponibilizadas as provas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias dos anos de 2012, 2013 e 2014.

Para a realização da fase final da ação de formação, foco de análise deste trabalho, utilizou-se uma sequência didática adaptada de estudos anteriores^{30,36}, que envolveu sete etapas distribuídas na seguinte sequência:

- *Análise qualitativa do problema:* I. Motivação; II. Elaboração dos grupos; III. Distribuição dos três problemas e materiais de consulta;
- *Projeção de Hipóteses:* IV. Discussão dentro dos grupos para elaboração das hipóteses de trabalho (como eles pretendem resolver o problema);
- *Elaboração de estratégias de resolução:* V. Elaboração da apresentação das resoluções;
- *Resolução do problema:* VI. Plenária de apresentação das resoluções (cartazes, fotos, slides, teatro, vídeo);
- *Análise de resultados:* VII. Fechamento, onde o professor realiza um levantamento sobre as principais modelações de resolução e ressalta os conceitos fundamentais discutidos.

A sequência didática em questão se constituiu em sete etapas, sendo elas distribuídas em três semanas de quatro períodos cada, conforme se ilustra com a Tabela 7. Como utiliza-se repositórios digitais como o vídeo motivacional, optou-se pela praticidade do laboratório de informática e o fato das aulas acontecerem no noturno. A apresentação criada para a atividade formativa encontra-se no ANEXO.

Tabela 7: Sequência didática da fase final da ação de formação.

Semana	Momentos	Descrição
01	I, II e III	<p>Explicação feita pelas pesquisadoras sobre o Salar, utilizando o Vídeo motivacional⁶⁴ propiciando a discussão com os estudantes sobre os conteúdos e contextos presentes nos problemas a serem resolvidos.</p> <p>Organização das equipes de trabalho, que se constituiu em uma dupla e um trio, seguida da leitura e análise dos problemas e materiais de consulta: artigos científicos (acessadas via <i>SciELO</i>, através da busca pelas palavras-chave “ligações químicas” e “Salar de Uyuni”), <i>sites</i> e Livros didáticos (apresentados no Guia do PNLD 2015).</p>
02	IV e V	<p>Discussão dentro dos grupos para elaboração das hipóteses de trabalho e leitura dos materiais disponíveis para consulta que incluíam artigos científicos, livros didáticos e <i>sites</i> previamente selecionados pelas pesquisadoras.</p> <p>Elaboração das apresentações com as resoluções.</p>
03	VI e VII	<p>Plenária de apresentação das resoluções em <i>slides</i> e livros didáticos.</p> <p>Debate coletivo, onde as professoras formadoras realizaram um levantamento sobre as principais modelações de resolução e ressaltaram os conceitos fundamentais discutidos.</p>

Os três problemas elaborados pelas pesquisadoras e utilizados neste trabalho apresentam como tema motivador o Salar de Uyuni. De acordo com Pozo e Crespo⁴¹ os problemas propostos são classificados como escolares, os quais têm por objetivo desenvolver conceitos, procedimentos e atitudes cabíveis a ciência que possibilitam a compreensão dos acontecimentos cotidianos; semiabertos, pois os enunciados apresentam parcialmente os subsídios necessários para a sua resolução; qualitativo, pois os estudantes podem utilizar conceitos científicos e teorias, sem a necessidade de cálculos ou raciocínio matemático; e teórico-prático porque aceita estratégias experimentais e raciocínios teóricos para resolvê-los. Destaca-se que os problemas semiabertos qualitativos possibilitam que os próprios estudantes incorporem ideias e estratégias com as quais seja possível definir e resolver a tarefa.

Optou-se por elaborar três problemas com o objetivo de aprofundar o estudo dos conteúdos envolvidos na temática. O Problema 1 “*O deserto de Uyuni é o maior Salar do mundo, contendo mais de 64 bilhões de toneladas de cloreto de sódio, 150 milhões de toneladas de cloreto de potássio, 100 milhões de cloreto de magnésio e ainda guarda uma imensa reserva de Lítio com cerca de 100 milhões de toneladas. Atualmente a região do*

Salar vivencia a exploração de lítio, visto que este metal atualmente é utilizado para diferentes finalidades. Pesquise qual o processo utilizado para a extração de Lítio no deserto de Uyuni. Cite duas aplicações do Lítio na atualidade e explique se estas aplicações causam impactos ambientais positivos ou negativos” visa o estudo teórico sobre as aplicações do Lítio e questões ambientais, desta forma, está relacionado a um dos contextos apresentados no Vídeo utilizado para a motivação inicial sobre o processo de extração do metal. Sendo assim, esse problema foi utilizado como exemplar e devido a questões de tempo, os licenciandos não o resolverem. Já os Problemas 2 e 3 possuem por finalidade um aprofundamento no conteúdo de ligações iônicas.

O Problema 2 “*A Oceanografia Química é a ciência que estuda a composição e a concentração dos compostos presentes nos oceanos. A composição da água do mar é basicamente constante e possui mais de 70 elementos dissolvidos. Embora a água do mar seja constituída de 3,5% de sais dissolvidos, somente dois terços são cloreto de sódio. Como o Salar de Uyuni foi originado da evaporação de águas do Oceano Pacífico, pesquise quais são os principais íons que compõem a água do mar. Represente com modelos físicos (palitos, bolas, desenhos, representações teatrais) como seria a imagem submicroscópica dos íons quando estão solvatados na água. Explique duas propriedades da água do mar que estão relacionadas à presença destes íons*” apresenta alguns dados sobre a composição da água do mar e, através dessa informação, solicita aprofundamento quanto à representação submicroscópica da solvatação dos íons em água e favorecendo a discussão sobre a composição dos retículos cristalinos e das propriedades dos compostos iônicos. Este problema está relacionado ao histórico apresentado aos licenciandos sobre o Salar, visto que este, provavelmente, tenha se originado durante o processo de formação das Cordilheiras dos Andes, aprisionando parte das águas do Oceano Pacífico, que com o passar do tempo evaporaram formando o Salar.

No caso do Problema 3 “*Os períodos de chuvas, entre dezembro e março, contribuem para a expansão das margens do Salar de Uyuni. Sabe-se que isso acontece por conta do processo constante de evaporação da água. Explique utilizando teorias de ligações químicas a grande diferença de Ponto de Fusão (temperatura na qual uma substância muda do estado físico sólido para líquido) da água e dos sais que constituem o Salar. Simule experimentos práticos para ilustrar esta diferença*” optou-se por utilizar um evento natural do Salar, para abordar sobre o processo de evaporação da água e assim, questionar sobre o ponto de fusão dos sais presentes, complementando a discussão iniciada no Problema 2 sobre as propriedades

dos compostos iônicos. Nesse problema, foi solicitado que os futuros professores utilizassem atividades experimentais, a fim de explicar as diferenças encontradas.

O intuito da atividade formativa foi instrumentalizar os docentes com uma metodologia diferente das normalmente utilizadas em sala de aula. A vivência da metodologia investigativa leva o licenciando a uma reflexão sobre determinado problema, que o induzisse a buscar uma solução para o mesmo, tendo o professor como um guia da sua ação. De acordo com Santos e Goi⁶⁵, muitos professores têm carências conceituais e metodológicas para trabalhar em sala de aula a metodologia de RP e é visível o quanto esses educadores utilizam basicamente estratégias do ensino tradicional devido à falta de preparo.

3.3.3 - Terceira Etapa: Levantamento e análise de dados.

Os cinco licenciandos que participaram desta investigação assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A) que apresentava os objetivos da pesquisa e solicitava a concordância em participar das diferentes formas de coleta de dados utilizadas na investigação. Os dados desta pesquisa foram levantados durante a ação formativa, por intermédio da realização de questionário inicial (QI) (APÊNDICE B) e questionário final (QF) (APÊNDICE C) os quais foram validados por pesquisadores da área e aplicados em diferentes momentos durante o curso de formação. Segundo Marconi e Lakatos⁶⁶, os questionários são basicamente um instrumento de coleta de dados, constituídos por uma sequência de perguntas dissertativas, que em geral são respondidas sem a presença do pesquisador. Quando os objetivos de pesquisa correspondem a questões de cunho empírico, envolvendo opinião, percepção e posicionamento, a aplicação do questionário é uma técnica bastante viável e pertinente para ser empregada.

O QI foi respondido na primeira aula da última fase da atividade formativa com o objetivo de conhecer os sujeitos da pesquisa e de realizar um diagnóstico sobre as opiniões dos futuros professores em relação à metodologia de Resolução de Problemas e também ao conteúdo de Ligações Químicas. Com isso, pudemos analisar aspectos conceituais necessários para serem trabalhados nas etapas seguintes da atividade formativa e identificar as experiências dos licenciandos com metodologias investigativas no ensino de Química.

O QF foi aplicado posteriormente no final de todas as etapas do trabalho de formação, com o intuito de analisar de forma crítica, aspectos relacionados à Resolução de Problemas e

também como foi a experiência dessa metodologia para o ensino de Química e para o conteúdo de Ligações Químicas.

Além disso, os dados foram coletados através de registros no Diário de Campo⁶⁷ das pesquisadoras, das produções escritas produzidas pelos licenciandos e com a gravação do áudio das aulas. Os textos produzidos com as transcrições dos áudios⁶⁸ e os demais documentos foram analisados qualitativamente e interpretativamente nesta dissertação. As respostas dos questionários QI e QF dadas pelos sujeitos que participaram da pesquisa estão compiladas no APÊNDICE D.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, será descrito o processo vivenciado na atividade formativa intitulada “Atividade de Resolução de Problemas sobre Ligações Químicas”. Será apresentada a análise das respostas dos questionários inicial (QI) e final (QF), e, também as etapas da resolução dos problemas desenvolvidos para a pesquisa. Almeja-se estabelecer as relações necessárias da revisão bibliográfica com as análises dos dados obtidos durante as observações e as gravações de áudios das aulas. O interesse na análise dos questionários era verificar o perfil, as características, as opiniões e o conhecimento da turma de Estágio de Docência em Ensino de Química I-C. Dessa forma, a identificação dos alunos foi aleatória e individual, possibilitando que a análise fosse coerente e que possibilitasse uma comparação do grupo como um todo.

4.1 - INSTRUMENTO DA PESQUISA: QUESTIONÁRIO INICIAL.

O QI (APÊNDICE B) teve como objetivo analisar aspectos relacionados às vivências dos licenciandos com metodologias de perspectiva investigativa com Resolução de Problemas e Estudo de Caso durante a graduação, assim como as dificuldades sobre os conteúdos de Ligações Químicas. Além de realizar um diagnóstico sobre aspectos de formação acadêmica, as questões abertas possibilitaram que os integrantes da atividade expressassem suas próprias informações, seus conhecimentos e suas opiniões livremente⁶⁵.

4.1.1 - Sujeitos da pesquisa e as características da formação inicial.

Conforme apresentado no capítulo da metodologia de pesquisa, essa investigação é de natureza qualitativa, logo se considera importante identificar o perfil acadêmico e profissional dos licenciandos, para melhor compreender e analisar seus posicionamentos e atuações durante as atividades de resolução das situações-problema propostas.

O grupo que participou desta investigação é composto por cinco licenciandos (dois homens e três mulheres) e por estarem no sétimo semestre do curso, teoricamente já concluíram em torno de 80% do curso. Para manter o sigilo da identidade dos sujeitos da pesquisa, os licenciandos serão chamados de P1, P2, P3, P4 e P5, sem distinção de gênero.

Com o questionário inicial, verificou-se que para dois estudantes a Licenciatura em Química é a primeira graduação (questão 1: *Você já possui algum curso de graduação? Se*

sim, qual e em qual instituição?). O grupo também é composto por dois químicos industriais (um formado na UFRGS e outro na Universidade do Alto Uruguai) e um bacharel em Química (formado na ULBRA). Sobre a área de atuação profissional (questão 4: *Você trabalha na sua área de formação?*), identificou-se heterogeneidade de experiências, pois um dos licenciandos é doutorando em química, um trabalha como químico em um órgão público, um é professor da rede pública estadual, um é bolsista de iniciação à docência e um não trabalha com a área de formação. As diferentes experiências formativas e profissionais relatadas contribuem para o enriquecimento das discussões através das diferentes perspectivas de trabalho e diferentes visões do mesmo questionamento.

Quanto ao contato com revistas especializadas (questão 2: *Você acessa revista (s) especializada (s) ou jornais? Quais?*), todos os licenciandos relataram acessar a Revista Química Nova na Escola e a Ciência Hoje. O *Journal Chemical Education* e a Química Nova foram citadas uma vez cada. Outras revistas relacionadas aos conteúdos de química, ao meio ambiente e assuntos afins também foram mencionadas, como *Mundo Estranho*. Os cinco licenciandos já participaram de eventos científicos (questão 3: *Você participa de eventos científicos? Quais?*), como Salão de Iniciação Científica da UFRGS e Semanas Acadêmicas; dois deles citaram eventos relacionados à Educação como o EDEQ (Encontro de Debates sobre o Ensino de Química) e cursos de formação de professores oferecidos pelo governo do estado; dois relataram eventos relacionados à suas áreas de atuação profissional, como saneamento básico e cromatografia gasosa.

4.1.2 - Experiências formativas da graduação.

As demais questões são referentes à vivência da graduação e a aproximação dos licenciandos com a metodologia de RP e o conteúdo trabalhado nas situações-problema: ligações iônicas. Com o questionário inicial foi possível analisar os aspectos conceituais necessários para serem trabalhados na atividade formativa e identificar as experiências dos licenciandos com metodologias investigativas no ensino de Química.

Neste sentido, dos cinco licenciandos apenas um não respondeu o questionamento sobre as metodologias de ensino vivenciadas na graduação (questão 6: *Quais metodologias de ensino você vivenciou durante a graduação?*). Os demais apontaram que as aulas em sua maioria foram expositivas com enfoque teórico, mas que em alguns casos vivenciaram atividades laboratoriais e que em algumas disciplinas pedagógicas houve a discussão e o

estudo sobre algumas estratégias de ensino, conforme ilustra-se com as respostas dos licenciandos P2 e P3, respectivamente:

P2: “Algumas, mas a maioria englobava apenas um aspecto teórico. Por exemplo, não traziam um caso prático, um exemplo já aplicado, ou melhor, mais de um exemplo e que tenha dado certo além de ser aplicado de forma coerente com a realidade docente atual”.

P3: “Basicamente aulas expositivas, expositivo-dialogadas e seminários, além das aulas práticas (de natureza laboratorial). Algumas disciplinas da área de educação proporcionaram o contato com metodologias envolvendo produção textual e estudos de caso”.

Os resultados obtidos nesta investigação estão em conformidade com estudos anteriores sobre o processo formativo do Curso de Licenciatura Noturno da UFRGS, pois os pesquisadores identificaram que a maioria das disciplinas de conhecimentos específicos da química apresentam um perfil mais conceitual, valorizando a transmissão dos conhecimentos teóricos e acadêmicos^{1,2}.

Especificamente sobre a metodologia de RP ou Estudo de Caso (questão 7: *Você já vivenciou, na graduação, a metodologia de Resolução de Problemas ou Estudo de Caso? Em quais momentos?*) Um licenciando respondeu que teve contato em uma disciplina cursada na Faculdade de Educação (FACED), já os outros quatro descreveram que o primeiro contato com a metodologia foi na disciplina de Estágio de Docência em Ensino de Química I-C, com a atividade de formação descrita nesta pesquisa, de acordo com a resposta do licenciando P1:

P1: “Apenas na cadeira de Estágio”.

A análise nos mostra que as práticas tradicionais ainda prevalecem, mesmo em instituições de ensino superior, tendo em vista o que responderam os licenciandos. Dessa maneira, as metodologias de perspectivas investigativas como a RP e Estudo de Caso são estratégias a serem difundidas em universidades, em cursos de licenciatura, como apontaram Carvalho e Gil-Pérez²⁵. Nessas práticas tradicionais, não há uma integração entre disciplinas de âmbito conceitual, didático e prático e, conseqüentemente, mesmo, que os futuros professores tenham estudado sobre teorias de ensino e aprendizagem durante a graduação, muitas vezes não conseguem utilizá-las, pois, afinal, não as vivenciaram efetivamente quando estudantes^{22,23}.

Os autores destacam que a vivência de modelos tradicionais de ensino na formação inicial incita a utilização de um modelo de aprendizagem passiva por parte dos futuros professores^{22,23}. Além disso, pode acentuar as lacunas da formação quanto à adequação dos conteúdos para o nível de ensino da Educação Básica. Não conseguir adequar os

conhecimentos acadêmicos para o nível de ensino da educação básica é uma dificuldade encontrada por futuros professores de todo país²¹.

Em convergência com esta compreensão, um dos licenciandos respondeu que há a necessidade de disciplinas que visem a adequação dos conteúdos acadêmicos para a Educação básica:

P4: *“Diria que sim para a maioria dos assuntos abordados, na minha opinião a formação do professor não pode se restringir a aquilo que ele vai trabalhar em sala de aula, penso que a formação do professor deve ser bem abrangente embora entenda que faltam cadeiras de transposição”.*

No mesmo sentido, os demais licenciandos consideram que a relação entre os conteúdos abordados na graduação com os trabalhados na Educação Básica ocorre de forma parcial (questão 5: *Você verifica relação entre os conteúdos abordados na graduação com os trabalhados na Educação Básica? Justifique.*), pois os conteúdos são apresentados em um nível aprofundado e de forma descontextualizada, ficando para o licenciando a tarefa de realizar a adequação dos conhecimentos para o contexto escolar, como ilustra-se com as respostas dos licenciandos P1 e P5

P1: *“Tento relacionar os conceitos estudados com o que vejo na educação básica. Como estão sendo feitas determinadas atividades e se isso está de acordo com o que estou estudando”.*

P5: *“Não, pois geralmente os conteúdos abordados na graduação são descontextualizados e bastante aprofundados”.*

4.1.3 - Conhecimentos sobre Ligações Químicas.

Sobre as dificuldades quanto aos conteúdos de Ligações Química (questão 9: *Quais são as suas dificuldades sobre os conteúdos de Ligações Químicas?*), o licenciando P4 apontou não ter nenhuma dificuldade conceitual, o P1 foi o único que respondeu sobre as suas dificuldades quanto aos conteúdos *“eletronegatividade de um átomo e interações entre eles”*, pois os demais responderam sobre as dificuldades relacionadas ao ensino dos conteúdos de ligações química, como demonstram as respostas de P2 e P5:

P2: *“Talvez eu tenha alguma dificuldade em facilitar o entendimento para o aluno: os termos usados, esquemas para ilustrar melhor como ocorre as ligações químicas, etc. Sobre o conteúdo propriamente dito acredito que eu não tenha maiores dificuldades”.*

P5: *“No modo como organiza-las em um sentido que tenha uma lógica didática, quando eu penso em ligações isso me remete sempre a informações soltas, que talvez eu tenha decorado”.*

Os escritos dos licenciandos sobre as dificuldades em ensinar ligações químicas demonstram uma preocupação pois é um conteúdo de grande importância para a compreensão de outros conceitos químicos e de algumas propriedades dos materiais, como condutividade elétrica, solubilidade e pontos de fusão e ebulição. Além disso, a revisão bibliográfica realizada para a presente pesquisa mostra o pequeno número de publicações sobre o tema relacionado às perspectivas de ensino investigativas.

A respeito das dificuldades dos alunos da educação básica sobre Ligações Químicas (questão 8: *Quais são as dificuldades que você imagina que os alunos tenham sobre os conteúdos de Ligações Químicas?*), dois sujeitos da pesquisa responderam que a principal dificuldade dos seus alunos é realizar a abstração necessária para compreender como as ligações químicas ocorrem e suas particularidades. Os demais respondem dificuldades pontuais em conceitos químicos necessários como ilustra-se nos grifos dos licenciandos P1, P3 e P4:

P1: *“Diferenciar um compartilhamento e uma interação de cargas”*

P3: *“Como ocorre a ligação metálica e como se dá o compartilhamento dos elétrons na ligação covalente”.*

P4: *“A maior dificuldade que vejo que apresentam é na parte de geometria molecular e polaridade”.*

As colocações dos futuros professores corroboram com as dificuldades conceituais descritas por Fernandez e Marcondes⁴⁵ que, além das citadas acima, descrevem outras como antropomorfismos, regado octeto; aspectos energéticos das ligações químicas e suas representações.

4.2 - FUTUROS PROFESSORES NO PAPEL DE ALUNOS: AS RESOLUÇÕES E COMPORTAMENTOS.

Na sequência serão apresentados os resultados obtidos na fase final da ação de formação realizada nesta investigação, buscando relacionar as observações do Diário de Campo das pesquisadoras as colocações dos licenciandos durante as aulas. Apresentam-se as dificuldades conceituais sobre Ligações Químicas identificadas durante o processo formativo, principalmente, nos momentos de elaboração e apresentação das estratégias utilizadas pelos licenciandos para resolver os Problemas 2 e 3.

4.2.1 - Aspectos conceituais e procedimentais.

Conforme as determinações dos atuais Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio⁶; das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais⁵⁵; e das orientações presentes no Guia do PNLD 2015⁹, o conteúdo de ligações químicas deve ser desenvolvido de forma a relacioná-los com as propriedades macroscópicas das substâncias. Sendo assim, destaca-se que esta proposta didática de perspectiva investigativa relaciona as propriedades dos materiais, como solubilidade, condutividade, pontos de fusão e ebulição com o tipo de ligação química das substâncias.

No momento I, de aproximação dos licenciandos ao conteúdo de ligações químicas, foi realizada uma abordagem da ligação dos sólidos iônicos e suas propriedades a partir da visualização de um vídeo sobre o Salar de Uyuni. As propriedades desses sólidos estão relacionadas com a energia reticular, a qual representa a energia liberada quando um mol de pares de íons no estado gasoso se aproxima até atingir uma distância de equilíbrio a fim de gerar um sólido iônico⁴⁸.

Durante a apresentação do vídeo sobre o Salar, os licenciandos demonstraram muito interesse sobre o local, solicitando informações sobre seu histórico e principalmente sobre o Hotel de Sal que é apresentado, onde móveis e estrutura física são de blocos de sal. Conforme registros no Diário de Campo, um dos licenciandos questionou:

“Professora, mas como que os blocos não se desmancham com a água no período das chuvas, ou quando um hóspede deixa cair um copo de água sobre um móvel?”

Esse questionamento foi enriquecedor, pois possibilitou que a professora formadora introduzisse a discussão sobre a relação do tipo de ligação química, interação intermolecular e polaridade das substâncias com a solubilidade em água. A solubilidade dos sólidos iônicos em água, como já tratado neste trabalho, é influenciada pela diferença no tamanho do raio dos íons está relacionada diretamente com a energia reticular⁴⁷. Geralmente quando o sólido iônico está formado por cátions e ânions de raios semelhantes possuem fraca atração com as moléculas de água, portanto possuem pouca solubilidade, entretanto, se os íons são de raios diferentes geralmente são mais solúveis em água.

Compreende-se que para o aluno, os blocos eram feitos somente do sal cloreto de sódio (NaCl) que é solúvel em água (35.9g/100mL à 25°C⁵¹). Entretanto a composição dos blocos, extraídos do Salar, compreende também substâncias pouco solúveis ou insolúveis em água, como o Cloreto de Magnésio (MgCl₂), o Carbonato de Lítio (Li₂CO₃), o Óxido de Lítio

(Li₂O), entre outras⁵⁰. Esses sais são sólidos iônicos, conformados por íons de tamanho semelhantes e a pouca solubilidade pode ser devida à considerável energia reticular que não podem ser compensadas pelas entalpias de hidratação. Desta forma, a atividade inicial, além de motivar a atividade investigativa, também favoreceu a introdução de conceitos que seriam importantes para a elaboração das hipóteses de resolução para os problemas.

Entende-se que este momento de discussão pode ter contribuído para esclarecer as dificuldades conceituais dos licenciandos sobre a relação ligação química/solubilidade, além de servir como um exemplar de abordagem para os conteúdos de ligações químicas no ensino médio. Pois dentre as dificuldades apontadas pelos professores em formação acerca do conteúdo abordado (questão 9, do QI), está a apropriação de conceitos e de metodologias necessárias para explicar Ligações Químicas, refletindo sobre a sua própria concepção dos conteúdos adquiridos na formação acadêmica: aprendizagem passiva de um currículo amplo na qual o licenciando acostuma-se a receber conhecimentos ao invés de construí-los²⁵.

Após a discussão sobre o vídeo, no momento II, os licenciandos foram divididos em um trio chamado de grupo A e em uma dupla chamada de grupo B. No momento III, foram apresentados e lidos os três problemas desenvolvidos para a atividade formativa com o intuito de verificar possíveis obstáculos iniciais por parte dos futuros professores e também, mostrar as sugestões referenciais a fim de facilitar o desenvolvimento da atividade. Neste terceiro momento os sujeitos foram informados de que deveriam elaborar hipóteses de resolução para os problemas em sequência. Os grupos não apresentaram dificuldades quanto à compreensão dos enunciados dos problemas e buscaram algumas informações nos materiais indicados pelas pesquisadoras e em outras fontes de busca na Internet para elaboração das hipóteses.

Durante o momento IV do processo formativo, surgiram discussões entre os licenciandos e a professora formadora, a qual em todos os momentos questionava-os sobre suas hipóteses e afirmações. De acordo com Carvalho e Gil-Pérez²⁵, os professores assumem o papel de orientadores e mediadores nas atividades de investigação dirigida. Neste sentido, podem argumentar sobre o problema em questão, estabelecendo relações para que os licenciandos possam compreendê-lo, auxiliar no acesso a outras fontes de conhecimento e discutir os dados obtidos interligando-os com as hipóteses levantadas, para verificar se a tarefa está efetivamente sendo realizada pelos caminhos utilizados.

Como na pesquisa de Goi e Santos⁴⁴, a RP pode revelar algumas lacunas da formação dos licenciandos. No decorrer do quarto momento, o Grupo A fez alguns questionamentos como *“Será que o aluno não irá sentir-se frustrado por não achar a resposta logo de cara”?*

Entende-se que essa pergunta do licenciando refletiu a sua própria sensação de frustração, visto que o grupo apresentou dificuldades em descrever e relacionar os conhecimentos teóricos sobre Ligações Iônicas e as propriedades dos sais. O Grupo B também se mostrou com dificuldades em relacionar conceitos químicos: “*os alunos conseguiriam fazer a conexão entre ligações químicas e ponto de fusão*”? Compreende-se que essa indagação está diretamente relacionada à dificuldade enfrentada pelo Grupo B em esclarecer a relação entre ponto de fusão e ponto de ebulição.

Frente a este questionamento a professora formadora introduziu a relação da energia reticular dos sólidos com os valores de pontos de fusão e ebulição. A energia reticular desses compostos também é a responsável pelo elevado ponto de fusão e ebulição apresentado. Comparado com água, que é uma molécula formada por ligações covalentes entre o oxigênio e o hidrogênio, de geometria angular e devido ao ângulo formado pelas ligações hidrogênio-oxigênio presentes ($104,5^\circ$), a molécula de água apresenta momento de dipolo 1,85 e por isso, é polar, tornando-se um bom solvente para compostos iônicos⁴⁶. Entretanto no estado condensado da água são as ligações de hidrogênio que interatuam e que são muito mais fracas que a ligação iônica, fazendo com que ela apresente ponto de fusão e ebulição mais baixos que os sólidos iônicos^{48,49}.

As dificuldades conceituais identificadas durante a discussão possivelmente são oriundas do processo de memorização que estes sujeitos recorrem durante a sua formação acadêmica. Conforme já apresentado neste trabalho, a maioria das disciplinas específicas possui um perfil mais conceitual, nas quais o método de transmissão dos conhecimentos teóricos e acadêmicos é o mais utilizado¹. Portanto, o questionamento do Grupo B se os alunos da escola “*teriam paciência para encontrar as respostas necessárias*” mostra falta da articulação entre teoria e prática na qual o futuro profissional possa vivenciar dinâmicas pedagógicas que contribuam para o exercício e o desenvolvimento do profissional docente através de uma ampla visão em sua formação⁵.

Outra questão apontada pelo Grupo B foi sobre o tempo disponibilizado para a resolução dos problemas em sala de aula, “*Mas afinal, daremos conta de vencer o conteúdo, disponibilizando tempo em sala de aula para a elaboração das pesquisas*”? As pesquisadoras esclareceram que a atividade de RP favorece a elaboração de argumentos sobre os conteúdos e contextos trabalhados auxiliando na apropriação dos conhecimentos científicos, conforme verificado em estudos anteriores^{24,37}.

Durante o momento V, o Grupo B interagiu bastante entre si e engajaram-se na

utilização da bibliografia indicada pelas pesquisadoras e na busca de outras fontes de informações, assim como na organização das explicações e nas ilustrações que utilizaram para preparar sua apresentação com as resoluções. O Grupo A apresentou-se menos interativo e mais disperso, buscaram recursos na internet como repositórios digitais de práticas de laboratório. Conforme os registros no Diário de Campo, este grupo foi pouco organizado na elaboração da apresentação das resoluções. Eles utilizaram os Livros didáticos após argumentação e sugestão da professora formadora, demonstrando menor autonomia que o Grupo B.

4.2.2 - As resoluções dos problemas.

Para o momento VI, foi solicitada a elaboração de uma apresentação que contemplasse todas as informações utilizadas para a RP, assim como a modelação utilizada para resolvê-los. O foco desta pesquisa está na argumentação conceitual utilizada pelos licenciandos, assim como na sua conduta como alunos em uma atividade investigativa, já que a sequência formativa visava implementar o princípio da Simetria Invertida.

Na resolução do problema 2, as hipóteses do Grupo B foram “*Água do mar contém NaCl e outros sais que conhecemos*”, “*A água do mar conduz eletricidade*” e “*Na água os íons estão soltos*”. Na plenária o grupo apresentou uma tabela composta por íons presentes na água doce e na água salgada, para destacar que alguns íons estão presentes nos dois meios; usaram uma representação da estrutura cristalina do cloreto de sódio, e deste sal em sua forma solvatada em água, para explicar a condutividade da água do mar. A Figura 7 mostra o material apresentado pelo grupo B, na qual há, em sequência, a tabela utilizada para apresentar os íons presentes no mar, a estrutura cristalina do NaCl, sua solvatação, um experimento de condutividade e também a imagem que exemplifica as correntes marinhas.

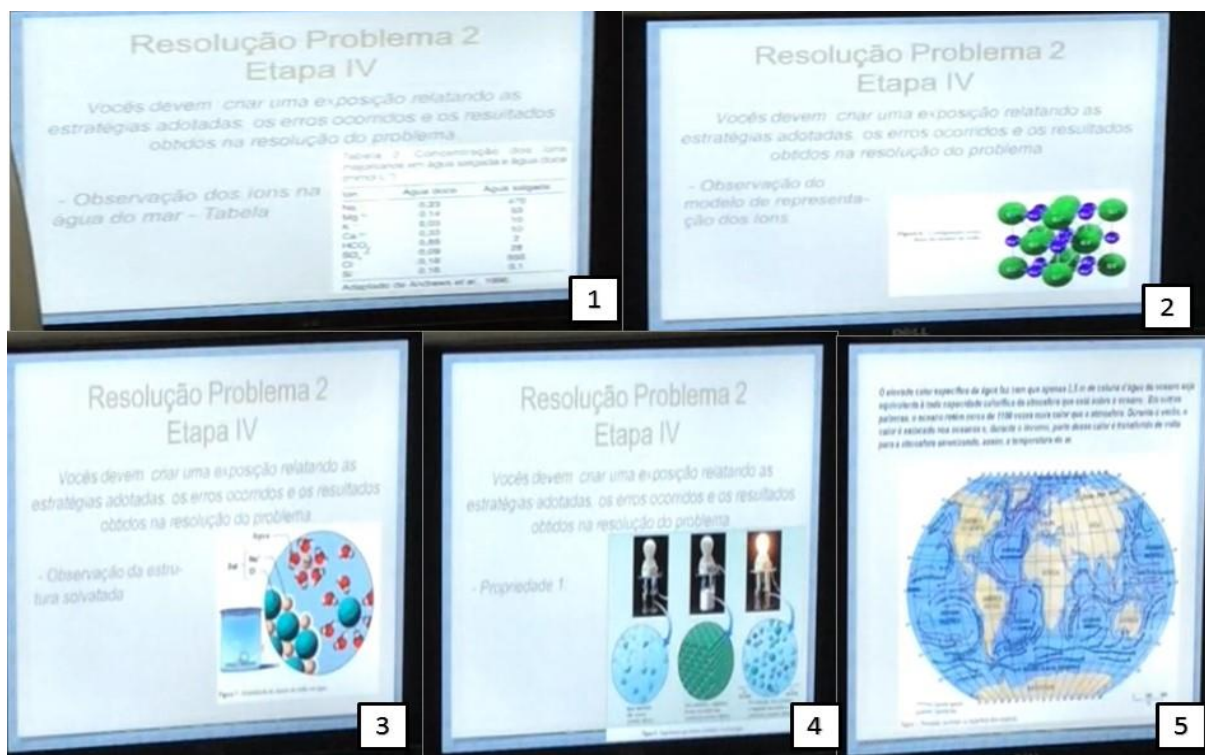


Figura 7: Imagens referentes a apresentação da resolução do problema 2 do grupo B.

O Grupo A apresentou as hipóteses de que “*Há mais tipos de sais na água do mar em relação a água do lago*” e de que “*A água do mar pode conduzir corrente elétrica assim como a água com NaCl*”? Na plenária, o grupo demonstrou as diferenças de propriedades entre os dois tipos de água com um vídeo sobre um experimento de condutividade entre soluções de ácido, de base, de sal e de açúcar. Os licenciandos apenas explicaram o mecanismo de dissolução dos sais em água, mas não utilizaram e nem ilustraram representações da interação entre íons e água. A Figura 8 mostra o material apresentado pelo grupo A, na qual, em sequência, há a descrição das hipóteses de trabalho, algumas referências utilizadas e também um experimento sobre a condutividade de açúcar, sal, base e ácido solvatados individualmente em água.

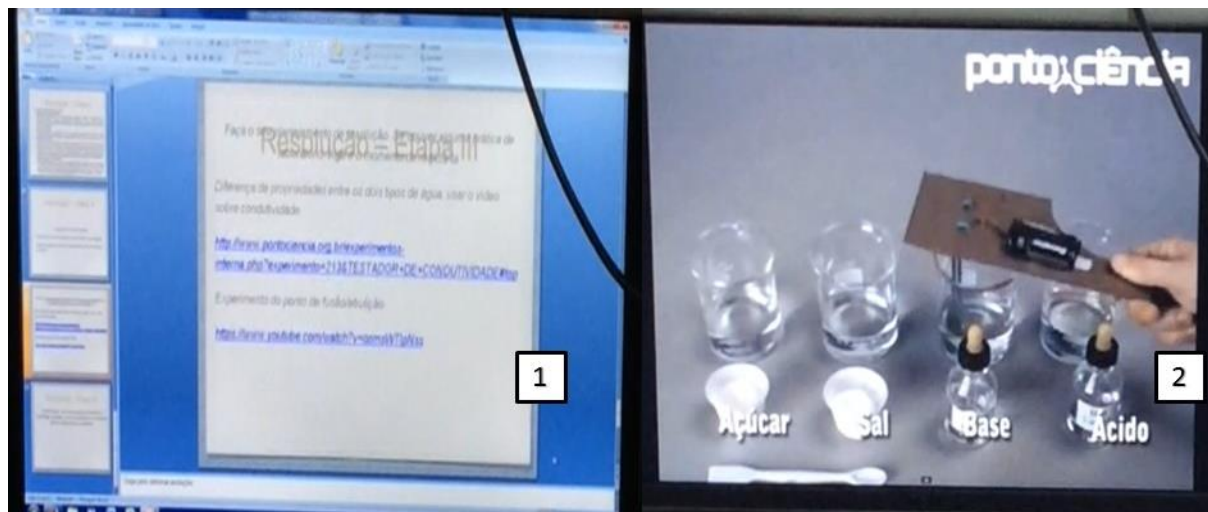


Figura 8: Imagens referentes a apresentação da resolução do problema 2 do grupo B.

O Grupo B, na resolução do Problema 3, tomou por hipóteses que “O ponto de fusão dos sais deve ser muito mais elevado que da água, porque virou um deserto de sal devido a evaporação da água” e que “Um experimento pode ser feito com água normal e água com bastante sal e ver o que ocorre”. Na plenária, apresentaram os pontos de fusão dos sais que compõem o Salar e da água, assim como um experimento que mostra as diferenças entre os pontos de fusão das substâncias em questão; também explicaram uma tabela comparativa entre a composição do Salar e a composição da água do mar; buscaram na internet os pontos de fusão e ebulição dos principais sais presentes no deserto de sal; e teorizaram através dos livros didáticos e de ilustrações as diferenças entre as ligações químicas presentes nos sais (ligações iônicas) e na água (ligação covalente e ligação de hidrogênio). A Figura 9 ilustra o material do Grupo B, na qual em sequência, há a descrição das hipóteses de trabalho, a tabela com as principais fontes de lítio, suas propriedades, como ocorre a solvatação e como isso afeta as propriedades químicas e também imagens do Salar de Uyuni

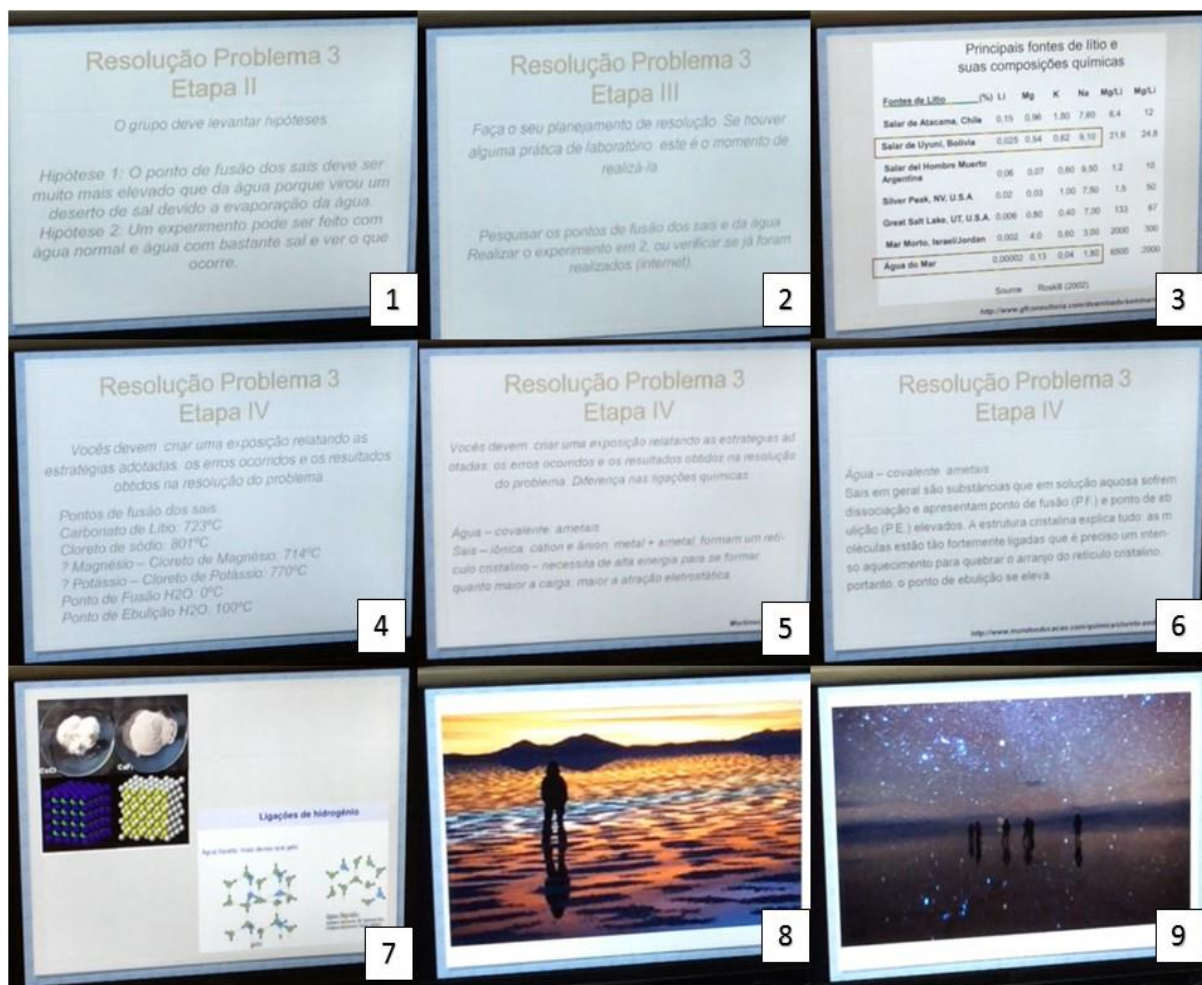


Figura 9: Imagens referentes a apresentação da resolução do problema 3 do grupo B.

Já o Grupo A, não propôs hipóteses para o Problema 3. Os licenciandos preferiram pesquisar as definições dos tipos de ligações (iônica e covalente) na internet, para explicar de forma genérica a diferença entre o ponto de fusão do cloreto de sódio e da água. O grupo utilizou um vídeo que mostra um experimento caseiro de evaporação da água do mar. Entende-se que este grupo, por não ter pesquisado quais os sais que compõem o Salar, generalizou suas conclusões para o cloreto de sódio, visto que a prática demonstrada resultava neste sal sólido após a evaporação da água. A Figura 10, apresenta o material apresentado pelo Grupo A, na qual há em sequência, a definição de ligações iônicas pesquisada e também um vídeo de um experimento caseiro de evaporação da água do mar.

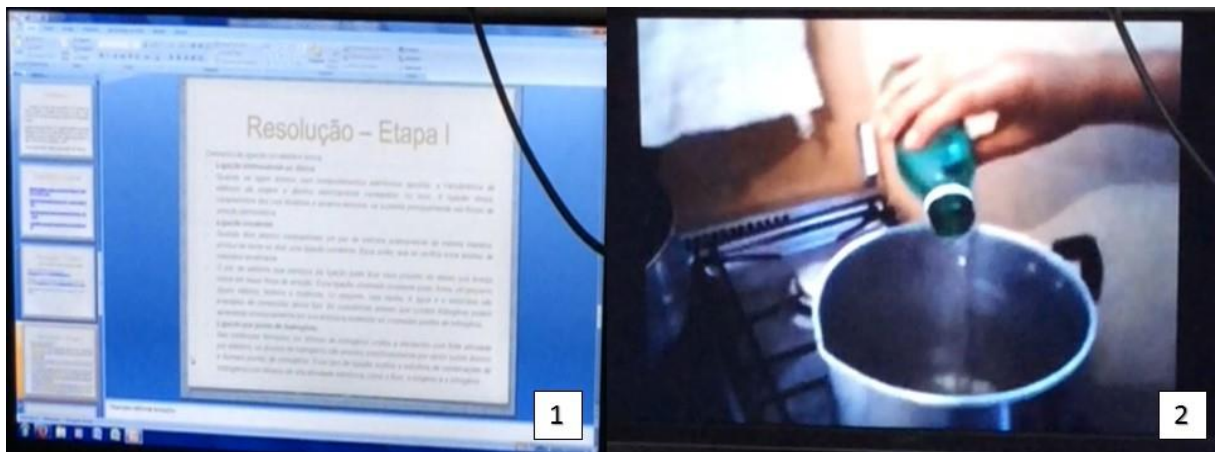


Figura 10: Imagens referentes a apresentação da resolução do problema 3 do grupo A.

A professora formadora finalizou esta etapa explicando que outra propriedade dos sólidos iônicos é a desprezível condutividade elétrica, pois geralmente apresentam um GAP muito alto. Por exemplo, o NaCl apresenta um GAP de 7.0, entretanto, quando dissolvido em solventes aquosos a condutividade é dada por migração de íons⁴⁹.

Conforme registros no Diário de Campo, após a apresentação sobre o aporte teórico que fundamenta a relação entre as ligações químicas, mais especificamente sobre os sólidos iônicos, e as propriedades dos materiais, os licenciandos demonstraram não ter clareza sobre tais relações. No questionário inicial eles não apontaram dificuldades significativas sobre o conteúdo ligações químicas, porém apresentaram algumas dificuldades ao ter que aplicar tais conhecimentos aos fenômenos e contextos que foram discutidos em aula.

4.2.3 - Análise de resultados da ação formativa.

No momento VII, as professoras formadoras conduziram o debate sobre as principais modelações de resolução utilizadas, as dificuldades enfrentadas e os conceitos fundamentais abordados. Para tanto, discutiu-se sobre alguns aspectos das apresentações dos dois grupos, mostrando algumas lacunas conceituais como a expressão “soltos” utilizada pelo Grupo A, assim como a falta da explicação do experimento de condutividade das soluções de sal, de base, de ácido e de açúcar utilizado pelo Grupo B. Essas expressões ratificam a observação feita por Aznar e Varela Nieto³⁰ em sua pesquisa que os licenciandos estão mais acostumados a obter a resolução para um problema proposto que verbalizar suas estratégias dessa resolução, principalmente quando se necessita de termos científicos.

Ademais, destacou que os grupos não utilizaram modelos físicos para representar a imagem submicroscópica dos íons solvatados na água, entretanto os grupos demonstraram certo domínio conceitual, para explicar as interações entre soluto (sais) e solvente (água) no mecanismo de dissolução. Outro apontamento da professora formadora foi que os dois grupos utilizaram a condutividade elétrica como propriedade da água do mar, para resolver o Problema 2.

Os licenciandos foram questionados se durante a atividade de RP surgiu alguma dúvida sobre os conteúdos de LQ. As colocações em aula, majoritariamente, apontaram que os licenciandos apresentam-se inseguros, principalmente sobre o nível de profundidade da abordagem para a Educação Básica, conforme ilustra-se com os registros do Diário de Campo:

“Mesmo estando no final do curso, não tenho domínio pleno”;

“Sempre surgem dúvidas e dificuldades para lembrar estes conteúdos”;

“Não sei traduzir os conceitos e teorias estudados na graduação para linguagem dos alunos”.

Quando questionados sobre as dificuldades e contribuições da experiência de resolver problemas, os licenciandos descreveram que a vivência da metodologia investigativa favoreceu a compreensão sobre a importância de abordagens que possibilitam a relação entre as propriedades dos materiais, para o estudo dos conteúdos de LQ. Colocações que apontam a relevância de ações formativas sobre os conteúdos que são fundamentais para a futura prática profissional destes, associados a experimentação de metodologias de ensino com eles no papel de alunos.

4.3 - INSTRUMENTO DA PESQUISA: QUESTIONÁRIO FINAL.

Após a implementação da atividade formativa, aplicou-se o questionário final (QF) a fim de verificar a contribuição da sequência didática utilizada para a formação dos licenciandos e para a discussão dos aspectos conceituais de Química associados à metodologia de RP. Infelizmente um dos licenciandos não pode comparecer à apresentação dos grupos e conseqüentemente, não respondeu as questões referentes ao QF. No entanto, a análise dessas respostas evidenciou resultados significativos relacionados à formação de professores na utilização da metodologia de RP para o conteúdo de Ligações Iônicas.

4.3.1 - Formas de contribuição da sequência didática formativa.

Todos os licenciandos responderam positivamente ao serem questionados sobre a viabilidade da utilização da RP em sua prática profissional (questão 4: *Por quais motivos você utilizaria, ou não, a Resolução de Problemas?*). No entanto, um deles ressaltou que um ponto negativo da utilização da metodologia é a falta de resposta imediata para uma possível dúvida durante a atividade. Um deles destacou que a metodologia pode possibilitar a livre interpretação dos estudantes sobre o conteúdo abordado e que pode promover uma dinâmica que poderá explicar fenômenos químicos como ilustra a escrita do licenciando P3

P3: “Utilizaria para incentivar os alunos na pesquisa e resolução de situações. Questões diretas, com respostas “fixas” provocam o sentimento de saber ou não saber, engessando a aprendizagem. Durante a resolução dos problemas os alunos irão direcionar as respostas para a parte do assunto que mais os interessa, levando a uma aprendizagem com mais sentido e sentimento de pertencimento”.

Por intermédio da atividade e pela vivência da RP, os futuros docentes puderam perceber novas possibilidades de trabalho em sala de aula. Além disso, constataram que a metodologia de RP é uma prática diferenciada em que há maior interação do aluno com o conteúdo e este conteúdo pode partir da realidade, do cotidiano do educando. Afinal, o profissional do ensino tem o seu processo de desenvolvimento profissional iniciado ao assumir uma postura constante de reflexão, de construção de questionamentos e de busca de soluções¹¹. Imbernón³ defende a profissionalização dos professores realizada através da formação docente, contanto que a ação formativa utilizada estruture um novo modo de pensar e de conduzir as suas atividades, norteando-se, por exemplo, na perspectiva do desenvolvimento profissional docente.

Quando questionados sobre o momento mais adequado de utilizar a metodologia de Resolução de Problemas (questão 6: *Você considera que a metodologia de Resolução de Problemas é mais apropriada para introduzir novos conteúdos, para aprofundar conteúdos que estão sendo trabalhados ou como atividade de fechamento de uma sequência de conteúdo? Justifique.*). Três licenciandos responderam que utilizariam a RP para aprofundar conteúdos e como fechamento de uma sequência. De modo geral, os sujeitos apontaram que a sequência dos problemas propostos durante a atividade formativa favoreceu a discussão de forma gradativa dos conteúdos, sendo um possível exemplar de conduta docente a ser utilizada nas futuras práticas de ensino, visto que possibilita o estudo dos conteúdos escolares com contextos variados e também em momentos distintos da prática, como relatam o licenciando P3 e P4

P3: “Senti uma vontade maior em utilizar na introdução de novos conteúdos, de maneira a despertar o interesse dos alunos, como foi o caso apresentado. Mas não vejo problema algum em utilizar para aprofundamento de conteúdo ou no fechamento de uma sequência, desde que, para esses dois casos, a construção do problema não apresente diretamente essa correlação, que ficaria mais a cargo do aluno. Penso que no caso de um fechamento, a aplicação direta do conceito para a resolução do problema acabaria tornando o problema mais fechado. Novamente ressalto que, para mim, a resolução de problemas é uma ferramenta bastante útil para provocar no aluno o sentimento de pertencimento e capacidade de resolução de problemas. ”

P4: “Acho que é bem válida de ser utilizada em todos os momentos dependendo do assunto a ser abordado. Para assuntos como tabela periódica, propriedades das substâncias e ligações por exemplo utilizaria para introduzir o conteúdo por se tratar de alunos com menos conhecimentos prévios. Talvez em assuntos como cálculos estequiométricos ou equilíbrio usasse para aprofundar conteúdos por precisar mais conhecimentos. E para alunos mais maduros em radioquímica e química orgânica talvez utilizasse para fechamento”. [...]

O Modelo do Processo de Mudanças dos Professores¹¹, já abordado neste trabalho, pressupõe que os docentes modificam as suas crenças não em decorrência da participação em atividades que possibilitem apenas o estudo teórico sobre novas perspectivas de aprendizagem, mas sim ao utilizarem na prática as metodologias defendidas pela literatura, verificando se a utilização destas contribuem ou não para o aprendizado dos alunos.

Desta forma, mesmo que esta atividade formativa tenha sido o primeiro contato dos indivíduos com a metodologia de Resolução de Problemas, no papel de alunos, todos os professores em formação consideram a possibilidade de utilizar a RP em suas futuras práticas docentes (questão 2: *A experiência de estudar e vivenciar a Resolução de Problemas no papel de aluno, na disciplina de Estágio I-C, te motivou a utilizar a metodologia em sua futura prática profissional? Explique*). Dois deles destacam que ao colocar-se no papel de aluno, pode observar as dúvidas e certezas acerca do assunto abordado, conforme a resposta do sujeito P3:

P3: “Sim. A experiência permitiu que fossem levantadas quais as dificuldades que seriam observadas no processo de resolução de problemas, e dúvidas que podem surgir e diferentes formas de abordagem dos alunos na resolução de problemas, mesmo tendo um grupo homogêneo (estudantes de licenciatura) ”.

Sendo assim, compreende-se que a sequência didática implementada durante esta investigação favoreceu o desenvolvimento profissional dos licenciandos, pois como aponta Dewey, a experiência torna-se uma ação ativa-passiva, e seu valor se baseia no caminho norteado na sua compreensão e trata-se de mudança quando for refletida, pensada e analisada⁴. Carvalho e Gil-Pérez²⁵ entendem que as ações para a formação de professores gerarão mudanças na didática como um todo quando possibilitarem um aprofundamento teórico e a experiência das novas propostas de ensino.

4.3.2 - A contribuição da RP para o ensino do conteúdo de Ligações Químicas.

As contribuições das atividades de resolução de problemas desenvolvidas na disciplina de Estágio de Docência em Ensino de Química I-C foram expressivas (questão 1: *As atividades de Resolução de Problemas desenvolvidas na disciplina de Estágio I-C contribuíram para esclarecer suas dúvidas sobre como trabalhar os conteúdos escolares de Ligações Químicas? Cite exemplos*). Um dos sujeitos respondeu que possibilita a pesquisa a respeito das ligações iônica e covalente e outro, que foi uma experiência significativa para a sua formação profissional. Todos os futuros professores apontaram que a proposta vivenciada no estágio contribuiu para esclarecer as dúvidas sobre como trabalhar os conteúdos escolares de Ligações Química, mais precisamente, Ligações Iônicas, como exemplifica-se com as respostas dos licenciandos P1 e P3

P1: “Sim. Com este tipo de atividade, abre novos aspectos que possam ser trabalhados. Não tendo um “norte” nos conceitos abordados, mas sim uma ideia geral que possa trabalhar diversos conceitos.”

P3: “Sim. A utilização do método de resolução de problemas permite a busca por contextualizações interessantes. O caso do deserto utilizado é muito interessante para aplicação em sala de aula pois envolvem os alunos e despertam curiosidades”.

Sendo assim, aprender a experiência é fazer uma associação retrospectiva e prospectiva entre aquilo que fazemos e aquilo que vem por consequência⁴. Para as situações futuras, essa vivência torna-se instrumento de compreensão, proporcionando a construção de inter-relações a partir de sucessivas experiências complementares. Desta forma, considera-se pertinente que os licenciandos tenham outras oportunidades de vivenciarem a metodologia de RP no papel de alunos, para que estas experiências contribuam para os momentos de reflexão sobre a prática docente que eles desenvolverão nas escolas futuramente.

Além disso, os licenciandos avaliam que a Resolução de Problemas pode ajudar a solucionar as dúvidas dos estudantes relacionadas aos conteúdos de Ligações Químicas (questão 3: *Você considera que a metodologia de Resolução de Problemas pode contribuir para resolver as dificuldades dos alunos sobre Ligações Químicas? Justifique*). No entanto, um sujeito da pesquisa alerta para o quanto haverá a liberdade excessiva para o aluno pesquisar que poderá acarretar em apenas cópia da literatura disponível. Os demais respondem que a metodologia pode auxiliar na apropriação dos conceitos de uma forma mais eficaz e não meramente mnemônica. Ainda, pode possibilitar o debate e a reflexão dos estudantes sobre outros questionamentos relacionados à temática do problema em questão, como ilustra a resposta do sujeito P2 e P3

P2: “Sim, pois gerou vários debates com os grupos. Como por exemplo a diferença entre a ebulição e fusão, por que o sal se solvata em água e quando sólido, forma retículo cristalino, etc.”

P3: “Sim. Como já está sendo discutido um problema, parece que, como alunos, ficamos mais à vontade para questionar e levantar hipóteses. Sendo um problema aberto, poderiam ser levantados os questionamentos de forma mais direta e franca. ”

As atuais DCN para a formação inicial em nível superior⁵ definem que os cursos de licenciatura devem priorizar um processo formativo no qual o futuro professor construa conhecimentos em bases científicas e técnicas sólidas, ou seja, ocorra articulação entre a teoria e a prática para o desenvolvimento dos conhecimentos científicos e didáticos necessários à futura atuação docente.

Sobre os tipos de problemas (questão 5: *Você trabalharia com quais tipos de problemas?*), para utilizar em suas salas de aula, todos os sujeitos apresentaram possibilidades de problemas que se aproximam de problemas abertos ou semiabertos, pois o objetivo seria permear por diferentes áreas para a sua resolução e contextualizar os conteúdos escolares. Como exemplo, destaca-se a resposta do estudante P1

P1: “Tentaria propor problemas que interagissem diversas áreas, não só da química, tentando mostrar aos alunos que o que eles estão estudando nas diversas disciplinas estão interligadas. ”

Outro ponto relevante, foi a descrição de proposições semelhantes à utilizada no processo formativo que eles vivenciaram durante a investigação. O licenciando P3 apontou a possibilidade de direcionar o primeiro problema para um fim determinado e permitir que na sequência deles o aluno possa ter mais liberdade para as suas hipóteses e conduta, conforme relatado

P3: “[...] seguiria este estilo de problemas abertos iniciando por um mais direcionado e outros mais livres para que o aluno direcionasse seus exemplos e enfoques para o que realmente chamou atenção dele. ”

A definição de Echeverría e Pozo⁴⁰ categorizam os problemas levando em consideração o seu conteúdo, a área à qual são destinados e também as características dos procedimentos e métodos necessários para a sua resolução. Esses fatores são essenciais para construir um problema bem estruturado, que possibilite uma maior interação com as outras áreas do conhecimento.

Desta forma, salienta-se que a proposta formativa desenvolvida pode contribuir para o desenvolvimento integrado de conhecimentos acadêmicos e práticos docentes, atendendo assim as demandas apontadas na literatura da área^{26,22,27,2} e na legislação⁵.

5 - CONCLUSÕES

Muitas vezes, na universidade, tem-se a ilusão que não existem práticas de ensino que possam constituir-se em objetos legítimos para a pesquisa. No entanto, é importante que os professores formadores de futuros docentes realizem pesquisas e reflexões críticas sobre as suas próprias práticas de ensino¹⁵. Exercitar o questionamento sobre as suas práticas pedagógicas pode evitar o distanciamento entre as teorias estudadas e as aplicadas, possibilitando assim, teorias de ensino e aprendizagem possivelmente válidas na ação profissional dos estudantes de licenciatura.

Na presente pesquisa foi possível realizar uma reflexão sobre a contribuição da prática de ensino na formação de professores de Química, no que tange aos aspectos teóricos e práticos da metodologia de Resolução de Problemas associada ao conteúdo de Ligações Iônicas. Para tanto, os dados desta investigação foram coletados na ação formativa realizada na turma de Estágio de Docência em Ensino de Química I-C por intermédio de questionário inicial, questionário final, problemas propostos para os grupos de licenciandos e sua resolução pelos mesmos. A análise da resolução dos problemas foi feita por intermédio de diário de campo e gravações de áudio feitos pelas pesquisadoras.

Sendo assim, os registros do Diário de Campo, as gravações, as respostas dadas pelos licenciandos aos questionários inicial e final permitiram considerar que a formação inicial de professores através do contato com metodologias de ensino investigativas é de grande importância para a melhoria das condições de ensino de Química na educação básica, especialmente quando se almeja um ensino que permeie à reflexão, à tomada de consciência presentes na metodologia de RP.

Ademais, a vivência da atividade formativa norteada pelo princípio da simetria invertida favoreceu o desenvolvimento profissional pois proporcionou o desenvolvimento integrado de conhecimentos acadêmicos e práticos dos licenciandos, no que tange aos aspectos teóricos e práticos da metodologia de Resolução de Problemas associada ao conteúdo de Ligações Iônicas e, também, o quanto o ser aluno influencia na prática do docente. Logo, pode-se contribuir para que o futuro professor utilize a metodologia de RP com propriedade, atingindo assim, a simetria invertida entre a situação de preparação profissional e o exercício futuro da profissão, conforme Mello³².

O que se observou, durante a resolução dos problemas criados para a atividade e no decorrer das apresentações das suas resoluções, foi que a metodologia de RP exige busca de

informações, através de leituras sugeridas, bem como de artigos e livros didáticos, uma vez que os licenciandos se valeram de dados retirados de revistas especializadas, sites na internet e reportórios digitais, entre outros.

Através dos questionários analisados, notou-se que o curso de formação estudado utiliza majoritariamente métodos tradicionais de ensino, o que influencia que os professores formados pensem em utilizar esses métodos em suas aulas e desconhecem metodologias diferenciadas como a RP. Do mesmo modo, percebeu-se que a ação formativa possibilitou o desenvolvimento de conhecimentos práticos e teóricos sobre essa metodologia. E, também, as situações-problema desenvolvidas para a ação formativa em questão acordam com as propostas investigativas de ensino da metodologia de RP, podendo servir de inspiração, devido a todos os licenciandos afirmarem que a atividade realizada foi motivadora para que futuramente, eles possam utilizar a metodologia de RP em suas aulas.

As respostas majoritariamente apontaram que os licenciandos apresentam-se inseguros, principalmente sobre o nível de profundidade da abordagem para a Educação Básica, conforme transcrições dos áudios da sequência formativa. Quando questionados sobre as dificuldades e contribuições da experiência de resolver problemas, os licenciandos descreveram que a vivência da metodologia investigativa favoreceu a compreensão sobre a importância de abordagens que possibilitam a relação entre as propriedades dos materiais, para o estudo dos conteúdos de Ligações Iônicas.

Os sujeitos apontaram que a sequência dos problemas propostos favoreceu a discussão de forma gradativa dos conteúdos, sendo um exemplar de conduta docente a ser utilizada nas futuras práticas de ensino, visto que possibilita o estudo dos conteúdos escolares com contextos variados.

Os problemas, bem como a sequência formativa utilizada nesta pesquisa, mostraram-se apropriados para a utilização na formação inicial de professores. Os sujeitos consideraram que é possível aplicar esses problemas no correspondente nível escolar com algumas adaptações em relação ao contexto de trabalho. Entretanto, o licenciando que utilizou a metodologia de RP no estágio seguinte não quis participar da pesquisa.

Portanto, percebe-se que a formação inicial de professores constitui uma vasta área de investigação, por envolver vários fatores como o trabalho coletivo, o confronto de ideias, de crenças, de saberes e de discussão e reflexão conjuntas que levem a um desenvolvimento profissional dos docentes. Dessa maneira, essa formação será mais adequada ao trabalhar com

metodologias diferenciadas de ensino que possibilitem a sua vivência, a fim de auxiliar na compreensão para que os professores tenham maior propriedade em utilizá-las.

Dessa maneira, através das análises feitas, verifica-se que o objetivo da ação formativa foi alcançado, uma vez que a atividade ministrada embasou os licenciandos nos aspectos teóricos da metodologia de RP e nos conhecimentos sobre LI, além da vivência dessa metodologia no papel de alunos e também na aproximação com situações-problema pertinentes ao contexto escolar. Assim, durante as apresentações, também pode-se averiguar o quanto os futuros professores se apropriaram da atividade realizada e utilizaram esse novo conhecimento de forma satisfatória, afirmando ser possível utilizarem a metodologia de RP em suas futuras salas de aula.

O desafio com que se depara o professor formador de docentes é o de propiciar uma formação que integre os diversos conhecimentos específicos de Química, associando teoria e prática. Assim sendo, buscou-se com esta investigação colaborar com a análise do curso de Licenciatura em Química da UFRGS em um ambiente de reflexão, no qual os licenciandos possam, teórica e metodologicamente, estar aptos a utilizar a metodologia de Resolução de Problemas. Com isso, os futuros professores podem atuar como agentes multiplicadores, promovendo mudanças em diferentes espaços educativos de forma significativa.

Portanto, devido às observações feitas, é interessante para uma futura ação formativa, acrescentar uma discussão sobre a importância epistemológica da leitura e da problematização no processo de ensino e aprendizagem de Química, a fim de auxiliar o futuro docente a conceituar e repensar questões relativas à interpretação de textos e, também, mostrar a distinção entre problematização e resolução de problemas.

A continuidade dessa investigação terá como objetivo reaplicar a atividade em outras turmas de estágio, para poder acompanhar os licenciandos em suas atividades de sala de aula, a fim de verificar se utilizarão da metodologia nas suas futuras práticas de ensino.

6 - REFERÊNCIAS

1. PASSOS, C.G. **O Curso de Licenciatura em Química da UFRGS: conquistas e desejos frente à reformulação curricular de 2005**. 2012, 284 f. Tese. Doutorado. Instituto de Química - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2012.
2. FONSECA, C. V. **A formação de professores de química em instituições de ensino superior do Rio Grande do Sul: saberes, práticas e currículos**. 2014. 324 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2014.
3. IMBERNÓN, F. **Formação Docente e Profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. São Paulo: Cortez, 2009. 119p.
4. DEWEY, J. **Experiência e Educação**. Trad. de Anísio Teixeira. São Paulo: C. E.Nacional, 2010.
5. BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CP nº 02. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Brasília, 1º de julho de 2015.
6. BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CP nº 01/02. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível Superior, curso de licenciatura de graduação plena. Brasília, 18 de fevereiro de 2002.
7. BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Parecer CP n. 09/2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, cursos de licenciatura, de graduação plena. Brasília, 8 de maio de 2001.
8. FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos estudantes sobre ligação química. **Química Nova na Escola**, v. 24, p. 20-24, 2006.
9. GUIA. Guia de livros didáticos: PNLD 2015: Química: ensino médio. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Brasília, BR, 2014, 60p, 2014.
10. VILLEGAS-REIMERS, E. **Teacher professional development: an international review of the literature**. Paris: UNESCO International Institute for Educational Planning, 2003.

11. MARCELO, C. A identidade docente: constantes e desafios. *Formação Docente. Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores*, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 109- 131, 2009.
12. BRANSFORD, J.; DERRY, S.; BERLINER, D.; HAMMERNESS, K. Theories of learning and their roles in teaching. In: DARLING-HAMMOND, L.; BRANSFORD, J. (eds.) **Preparing teachers for a changing world**. San Francisco: Jossey Bass, 2005 p. 40-87.
13. CLARKE, D.; HOLLINGSWORTH, H. Elaborating a model of teacher professional growth. **Teaching and Teacher Education**, v. 18, n.8, p. 947-967, 2002.
14. GUSKEY, T. R.; SPARKS, D. Linking Professional Development to Improvements in Student Learning. In: **Annual meeting of the American Educational Research Association**. New Orleans, LA, Abril, 2002, p. 1-7.
15. TARDIF, M. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. 2ª. Ed. Petrópolis: Vozes, 2002.
16. JONES, M. G.; CARTER, G. Science teacher attitudes and beliefs. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), **Handbook of research on science education**. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2007. p. 1067-1104.
17. KAGAN, D. M. Professional growth among preservice and beginning teachers. **Review of Educational Research**, v. 62, n.2, p. 129-169, 1992.
18. SADALLA, A.M.F.A.; WISNIVESKY, M.; SARETTA, P.; PAULUCCI, F.C.; VIEIRA, C.P.; MARQUES, C.A.E. Partilhando formação, prática e dilemas: uma contribuição ao desenvolvimento docente. **Psicologia escolar e ducational**. v.1, n.9, p. 71-86, 2005.
19. SARAIVA, M; PONTE, J. P. O trabalho colaborativo e o desenvolvimento profissional de Matemática. **Quadrante: Revista de Investigação em Educação Matemática**, Portugal, v.12, n.2, p. 25-52, 2003.
20. DAY, C. **Developing teachers: The challenges of lifelong learning**. London: Falmer Press, 1999, p. 249.
21. PINHEIRO, A. N.; MEDEIROS, E. de L.; OLIVEIRA, A. C. Estudo de casos na formação de professores de química. **Química Nova (Impresso)**, v. 33, p. 1996-2002, 2010.
22. MALDANER, O.A. **A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: Professores/Pesquisadores**. Ijuí: UNIJUÍ, 2000.

23. SCHNETLZER, R. **Apontamentos sobre a história do ensino de química no Brasil.**
In: SANTOS, W.L.P. e MALDANER, O.A. (Orgs). Ensino de química em foco. Ijuí:
Ed. Unijuí, 2010, p. 51-75. (Coleção Educação em Química).
24. CORTÉS, A.L.G.; DE LA GÁNDARA, M.G. La construcción de problemas em el
laboratorio durante la formación del profesorado: una experiencia didáctica.
Enseñanza de las Ciencias, v. 25, n.3, p. 435-450, 2006.
25. CARVALHO, A.M.P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências:
tendências e inovações.** São Paulo: Cortez, 2006. 120p
26. GATTI, B. A. Formação de professores no Brasil: características e Problemas.
Educação & Sociedade, Campinas, v.31, n.113, p. 1355-1379, 2010.
27. VIEIRA, H.; MORAIS, C.; PAIVA, J. Dinâmicas de *Inquiry* no estudo de
perturbações a um estado de equilíbrio químico. **Química Nova**, Vol. 37, No. 9, 1573-
1578, 2014.
28. TEIXEIRA JÚNIOR, J. G.; SILVA, R. M. G. Investigando a temática sobre equilíbrio
químico na formação docente. REEC. **Revista Electrónica de Enseñanza de las
Ciencias**, v. 8, p. 571-592, 2009.
29. VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D. La necesaria renovación de la formación del profesorado
para una educación científica de calidad, **Tecné, Episteme y Didaxis**, v. 22, n. ext, p. 67-
85, 2007.
30. AZNAR, M.; MERCEDES, M.; NIETO, V.; PALOMA, M. La resolución de
problemas de energía en la formación inicial de maestros. **Enseñanza de las Ciencias.**
v. 27, n.3, p. 343-360, 2009.
31. PASSOS, C. G.; DEL PINO, J. C. As formas de contribuição dos Estágios
Supervisionados do Curso de Licenciatura em Química da UFRGS para o
desenvolvimento profissional dos licenciandos. **Revista Contexto & Educação**, v. 28,
p. 72-105, 2013.
32. MELLO, G. N. Formação Inicial de Professores para a Educação Básica – uma (re)visão
radical. **São Paulo Perspectiva**. v.14, n.1 São Paulo, 2000.
33. OLIVEIRA, A.S de.; BUENO, B. O. Formação às avessas: problematizando a simetria
invertida na educação continuada de professores. **Educação Pesquisa**, São Paulo, Ahead
of print, 2013.
34. HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V.N. Laboratory in science education: Foundations for
the twenty-first century. **Science Education**, v.88, n.1, p. 28-54, 2004.

35. GOI, M.E.J. **A Construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas.** 2004, 151. Dissertação. Mestrado. Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2004.
36. 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, ago. 2009.
37. PASSOS, C.G.; SANTOS, F.M.T. A Resolução de Problemas na Formação de Professores de Química Brasileiros: análise da produção. In.: **XV ENEQ - XV Encontro Nacional de Ensino de Química.** Brasília. 2010.
38. GIL-PÉREZ, D. Diez Años de Investigacion en Didáctica de las Ciencias: realizaciones Y perspectivas. **Enseñanza de las Ciencias**, v.12, n.2, p. 154-164, 1994.
39. MARTÍNEZ, F.P.; AZNAR, M.M.M. La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI): una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación. **Enseñanza de las Ciencias**, v.32, n.3, p. 469-492, 2014.
40. ECHEVERRÍA, M.D.P.P.; POZO, J.I. **Aprender a Resolver Problemas e Resolver Problemas para aprender.** In: POZO, J.I. (org). A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998.
41. POZO, J.I.; CRESPO, M.Á.G. **A solução de problemas em ciências da natureza.** In: POZO, J.I.; A solução de problemas. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 67-102.
42. GOI, M.E.J.; SANTOS, F.M.T. A utilização da metodologia da resolução de problemas na formação de professores de ciências: uma revisão de literatura. In.: **IX ENPEC - IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** São Paulo. 2013.
43. ABREU, L.; BEJARANO, N.; HOHENFELD, D. O conhecimento físico na formação de professores do ensino fundamental I. **Investigações em Ensino de Ciências.** v.18, n.1, p. 23-42, 2013.
44. GOI, M.E.J.; SANTOS, F.M.T. formação de professores e o desenvolvimento de habilidades para A utilização da metodologia de resolução de problemas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.19, n.2, p. 431-450, 2014.
45. FERNANDEZ, C.; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Concepções dos Estudantes sobre Ligação Química. **Química Nova na Escola**, v. 24, p. 20-24, 2006.

46. ATKINS, P. W. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 922 p
47. SHRIVER, D. F.; ATKINS, P.W. **Inorganic chemistry**. Português Química inorgânica. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
48. BENVENUTTI, E. V. **Química inorgânica: átomos, moléculas, líquidos e sólidos**. 3.ed.rev. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2011.
49. HUHEEY, J. E. **Química Inorgánica: Principios de estructura y reactividad**. 4. Ed. México: Oxford University Press, 1997.
50. JIMÉNEZ, J. C. **La Universidad Autónoma Tomas Frías y su estrategia de aprovechamiento integral de los recursos naturales de la cuenca del Salar de Uyuni**. Universidad Autónoma “Tomás Frías”. Potosí, 2009.
51. LANGE, N. A. **Lange's Handbook of chemistry**. 11th ed. New York: McGraw-Hill, 1973.
52. GARY L. M. **Inorganic chemistry**. 5th ed. Upper Saddle River: Pearson, 2014. 682 p
53. SANTOS W. L.; CARNEIRO M. H. S.; Livro Didático de Ciências: Fonte de informação ou apostila de exercícios. **Contexto e Educação**, v.76, n.21, p.201-206, 2006.
54. MAIA J. O.; SÁ L. P.; MASSENA E. P.; WARTHA E. J.; O livro didático de Química nas Concepções de Professores do Ensino Médio da Região Sul da Bahia. **Química Nova na Escola**, v.33, n.2, p. 115-124, 2011.
55. BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações curriculares para o ensino médio. Brasília: MEC, 2006. 2 v
56. CORRÊA, A. D.; CAMINHA J. R.; SOUZA C. A. M.; ALVES L. A.; Uma abordagem sobre o uso de medicamentos nos livros didáticos de biologia como estratégia de promoção de saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.18, n.10, p. 3071-3081, 2013.
57. LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
58. DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y.S. **Planejamento da Pesquisa Qualitativa: Teorias e abordagens**. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 15-44
59. YIN, R.K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

60. ANDRADE, M.F.; ZARATTI, F. Medidas De Albedo en el Salar de Uyuni. **Revista Boliviana de Física**, La Paz. v.13, n.13, 2007.
61. NIELSEN, A. E. Tendencias de larga duración en la ocupación humana del Altiplano de Lípez (Potosí, Bolivia), In. CREMONTE, M. B. (org.), **Los Desarrollos Locales y sus Territorios. Arqueología del NOA y sur de Bolivia**. San Salvador de Jujuy: Colección Arte y Ciencia, Universidad Nacional de Jujuy. 1998. p. 65-102
62. LAUDAN, L. **Progress and its problems. Towards a Theory of Scientific Growth**. London: Routledge & Kegan Paul. 1977. 257p.
63. VIGOTSKI, L. S.; **Pensamento e Linguagem**. São Paulo. Martins Fontes 2011.
64. GLOBO REPÓRTER. “Hotel no deserto de Uyuni, na Bolívia, tem paredes e móveis feitos de sal”. Globo Comunicação e Participações S.A. 2013. Disponível em <http://g1.globo.com/globo-reporter/noticia/2013/01/hotel-no-deserto-de-uyuni-na-bolivia-tem-paredes-e-moveis-feitos-de-sal.html> (acessado em 22 ago. 2014).
65. SANTOS, F.M.T.; GOI, M.E.J. Resolução de Problemas no Ensino de Química – fundamentos epistemológicos para o emprego da metodologia na Educação Básica. In: **XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**. Brasília, 2012
66. MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1982.
67. PORLÁN A. R.; MARTÍN, J. **El diario del profesor: Un recurso para la investigación en el aula**. 6 ed. Sevilla: Díada, 1998.
68. SANTOS, dos F. M. T; GRECA, M. L. **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. 440p.- (Coleção educação em Ciências).

7 – APÊNDICES

7.1 – APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Prezados:

Estamos desenvolvendo uma pesquisa de Mestrado no Programa de Pós Graduação em Química da UFRGS, sob orientação da prof^a Dra. Camila Greff Passos, intitulada: *Formação Docente sobre os Conceitos de Ligações Químicas e o desenvolvimento de uma Metodologia de Aprendizagem por Resolução de Situações-Problema*. Com esta pesquisa buscamos, dentre alguns objetivos, investigar sobre a formação inicial de docentes, tendo como foco a transposição didática dos conceitos de ligações químicas e conjuntamente, o desenvolvimento de uma metodologia de aprendizagem por resolução de situações-problema.

A sua participação é muito importante, para isso solicitamos a sua autorização, abaixo assinada, **para participar do registro das atividades em sala de aula por meio de gravadores de voz e como respondente dos questionários que serão utilizados**. Os resultados deste estudo serão utilizados para produção e publicação de textos de caráter científico, pois estes dados farão parte de uma dissertação de Mestrado. A sua identidade será mantida em sigilo e sua voz será utilizada apenas para os fins desta pesquisa. Você poderá retirar-se do estudo a qualquer momento.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode contatar as pesquisadoras - UFRGS: 3308-7796. E-mail: camila.passos@ufrgs.br ou francianesc@gmail.com

Prof^a Franciane Silva Cruz

Prof^a Dra. Camila Greff Passos

DECLARAÇÃO

Eu _____ declaro que fui esclarecido (a) sobre os objetivos e justificativas deste estudo de forma clara e detalhada e que concordo em participar desta pesquisa.

Porto Alegre, ____ de _____ de 20__.

Assinatura do (a) participante: _____

Assinatura do (a) pesquisador (a): _____

7.2 – APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO INICIAL (QI)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Programa de Pós-Graduação em Química
Instrumento de Pesquisa: Questionário Inicial



O objetivo deste questionário é analisar aspectos relacionados as vivências dos licenciandos com a metodologia de Resolução de Problemas durante a graduação, assim como as dificuldades sobre os conteúdos de Ligações Químicas.

As questões são abertas e por isso, é importante que você as preencha totalmente e expresse a sua opinião livremente. Em hipótese alguma os resultados do questionário terão influência na avaliação do Estágio de Docência em Ensino de Química I-C.

1. Você já possui algum curso de graduação? Se sim, qual e em qual instituição?

2. Você acessa revista (s) especializada (s) ou jornais? Quais?

3. Você participa de eventos científicos? Quais?

4. Você trabalha na sua área de formação?

5. Você verifica relação entre os conteúdos abordados na graduação com os trabalhados na Educação Básica? Justifique.

6. Quais metodologias de ensino você vivenciou durante a graduação?

7. Você já vivenciou, na graduação, a metodologia de Resolução de Problemas ou Estudo de Caso? Em quais momentos?

8. Quais são as dificuldades que você imagina que os alunos tenham sobre os conteúdos de Ligações Químicas?

9. Quais são as suas dificuldades sobre os conteúdos de Ligações Químicas?

7.3 – APÊNDICE C: QUESTIONÁRIO FINAL (QF)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Programa de Pós-Graduação em Química
Instrumento de Pesquisa: Questionário Final



O objetivo deste questionário é averiguar as opiniões dos futuros professores em relação ao trabalho com a metodologia de Resolução de Problemas. Neste sentido, visamos identificar as formas de contribuição das atividades formativas sobre a metodologia desenvolvidas durante o Estágio de Docência em Ensino de Química I-C.

As questões são abertas e por isso, é importante que você as preencha totalmente e expresse a sua opinião livremente. Em hipótese alguma os resultados do questionário terão influência na avaliação da Disciplina de Estágio de Docência em Ensino de Química I-C.

1. As atividades de Resolução de Problemas desenvolvidas no Estágio de Docência em Ensino de Química I-C contribuíram para esclarecer suas dúvidas sobre como trabalhar os conteúdos escolares de Ligações Químicas? Cite exemplos.

2. A experiência de estudar e vivenciar a Resolução de Problemas no papel de aluno, no Estágio de Docência em Ensino de Química I-C, te motivaram a utilizar a metodologia em sua futura prática profissional? Explique.

3. Você considera que a metodologia de Resolução de Problemas pode contribuir para resolver as dificuldades dos alunos sobre Ligações Químicas? Justifique

4. Por quais motivos você utilizaria, ou não, a Resolução de Problemas?

5. Quais tipos de problemas você utilizaria para trabalhar Ligações Químicas no Ensino Médio?

6. Você considera que a metodologia de Resolução de Problemas é mais apropriada para introduzir novos conteúdos, para aprofundar conteúdos que estão sendo trabalhados ou como atividade de fechamento de uma sequência de conteúdo? Justifique.

7.3 – APÊNDICE D: RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS QI E QF

QUESTIONÁRIO INICIAL

5. Você verifica relação entre os conteúdos abordados na graduação com os trabalhados na Educação Básica? Justifique.

P1: *“Tento relacionar os conceitos estudados com o que vejo na educação básica. Como estão sendo feitas determinadas atividades e se isso esta de acordo com o que estou estudando”.*

P2: *“Em partes. Na maioria das disciplinas achei as discussões um pouco distantes da realidade escolar. Mas em algumas como em Estágio I e Educação Contemporânea achei muito produtivo nesse sentido. Mesmo assim, não tenho muita vivência na prática docente, então talvez minha resposta não seja a mais coerente”.*

P3: *“Parcialmente. Como a minha formação inicial é em química industrial, algumas aplicações industriais podem ser trabalhadas, ou instigadas, na educação básica. Porém a maior parte da graduação não traz exemplos simples ou maneiras de realizar a transposição didática”.*

P4: *“Diria que sim para a maioria dos assuntos abordados, na minha opinião a formação do professor não pode se restringir a aquilo que ele vai trabalhar em sala de aula, penso que a formação do professor deve ser bem abrangente embora entenda que faltam cadeiras de transposição”.*

P5: *“Não, pois geralmente os conteúdos abordados na graduação são descontextualizados e bastante aprofundados”.*

6. Quais metodologias de ensino você vivenciou durante a graduação?

P1: *“Maioria algo conteudista, sem muita relação com o que ambiente em que vivemos. Apenas relação com o laboratório do professor que está ministrando a aula”.*

P2: *“Algumas, mas a maioria englobava apenas um aspecto teórico. Por exemplo, não traziam um caso prático, um exemplo já aplicado, ou melhor, mais de um exemplo e que tenha dado certo além de ser aplicado de forma coerente com a realidade docente atual”.*

P3: *“Basicamente aulas expositivas, expositivo-dialogadas e seminários, além das aulas práticas (de natureza laboratorial). Algumas disciplinas da área de educação proporcionaram o contato com metodologias envolvendo produção textual e estudos de caso”.*

P4: Não respondeu.

P5: *“Aula expositiva, expositiva dialogada”.*

7. Você já vivenciou, na graduação, a metodologia de Resolução de Problemas ou Estudo de Caso? Em quais momentos?

P1: *“Apenas na cadeira de Estágio”.*

P2: *“Não. O único momento foi neste semestre na disciplina de Estágio I. Pelo pouco que entendi, julguei muito positiva a metodologia, porém demanda bastante tempo e trabalho por parte do professor (principalmente até estar mais familiarizado com esta metodologia) ”.*

P3: *“Sim. Apenas uma disciplina na FACED era bastante utilizado o Estudo de Caso. ”*

P4: *“Sim na disciplina de estágio I-C.”*

P5: *“Não, em nenhum momento”.*

8. Quais são as dificuldades que você imagina que os alunos tenham sobre Ligações Químicas?

P1: *“Diferenciar um compartilhamento e uma interação de cargas”*

P2: *“Acredito que, a principal dificuldade a este respeito seria com relação a abstrair e tentar imaginar como as ligações químicas ocorrem. Concretizar nas suas mentes as diferentes ligações químicas, como ocorrem e o que isso gera como consequência”.*

P3: *“Como ocorre a ligação metálica e como se dá o compartilhamento dos elétrons na ligação covalente”.*

P4: *“A maior dificuldade que vejo que apresentam é na parte de geometria molecular e polaridade”.*

P5: *“Penso que as dificuldades estejam relacionadas à abstração que o conteúdo químico exige”.*

9. Quais são as suas dificuldades sobre os conteúdos de Ligações Químicas?

P1: *“Eletronegatividade de um átomo e interações entre eles”.*

P2: *“Talvez eu tenha alguma dificuldade em facilitar o entendimento para o aluno: os termos usados, esquemas para ilustrar melhor como ocorre as ligações químicas, etc. Sobre o conteúdo propriamente dito acredito que eu não tenha maiores dificuldades”.*

P3: *“Explicar a ligação dativa dos SO_x”.*

P4: *“Acho que não”.*

P5: *“No modo como organiza-las em um sentido que tenha uma lógica didática, quando eu penso em ligações isso me remete sempre a informações soltas, que talvez eu tenha decorado”.*

QUESTIONÁRIO FINAL

1. As atividades de resolução de problemas desenvolvidas na disciplina de Estágio I-C contribuíram para esclarecer suas dúvidas sobre como trabalhar os conteúdos escolares de Ligações Químicas? Cite exemplos.

P1: *“Sim. Com este tipo de atividade, abre novos aspectos que possam ser trabalhados. Não tendo um “norte” nos conceitos abordados, mas sim uma ideia geral que possa trabalhar diversos conceitos.”*

P2: *“Sim, pois abre possibilidades de pesquisa a respeito das ligações químicas iônica e covalente.”*

P3: *“Sim. A utilização do método de resolução de problemas permite a busca por contextualizações interessantes. O caso do deserto utilizado é muito interessante para aplicação em sala de aula pois envolvem os alunos e despertam curiosidades.”*

P4: *“Com certeza a resolução de problemas do modo como foi trabalhado não fazia parte da minha metodologia desse modo onde uma tarefa leva a outra, vou aplicar esse tipo de trabalho que achei tão bom.”*

2. A experiência de estudar e vivenciar a Resolução de Problemas no papel de aluno, na disciplina de Estágio I-C, te motivaram a utilizar a metodologia em sua futura prática profissional? Explique.

P1: *“Sim, pois posso aplicar uma temática para abordar os conceitos sem ter um único tema para cada conceito”.*

P2: *“Sim, poderá agregar novas metodologias para os próximos estágios”.*

P3: *“Sim. A experiência permitiu que fossem levantadas quais as dificuldades que seriam observadas no processo de resolução de problemas, e dúvidas que podem surgir e diferentes formas de abordagem dos alunos na resolução de problemas, mesmo tendo um grupo homogêneo (estudantes de licenciatura) ”.*

P4: *“Sim me colocando na posição de aluna pude verificar quais seriam as suas dúvidas e certezas”.*

3. Você considera que a metodologia de Resolução de Problemas pode contribuir para resolver as dificuldades dos alunos sobre Ligações Químicas? Justifique.

P1: *“Acredito que possa resolver, porém dando liberdade para os alunos pesquisarem isso pode levar à apenas uma cópia da literatura sem a leitura dos conceitos que está à dispõe.”*

P2: *“Sim, pois gerou vários debates com os grupos. Como por exemplo a diferença entre a ebulição e fusão, por que o sal se solvata em água e quando sólida forma retículo cristalino, etc.”*

P3: *“Sim. Como já está sendo discutido um problema, parece que, como alunos, ficamos mais a vontade para questionar e levantar hipóteses. Sendo um problema aberto, poderiam ser levantados os questionamentos de forma mais direta e franca.”*

P4: *“Acho que a resolução de problemas pode ser mais uma ferramenta para auxiliar nesse processo”.*

4. Por quais motivos você utilizaria, ou não, a Resolução de Problemas?

P1: “Os pontos positivos a meu ver são: a livre interpretação dos conceitos e a busca para explicar as teorias que os alunos levantem. O ponto negativo seria uma falta de resposta imediata para uma questão levantada durante a atividade. ”

P2: “Utilizaria para promover uma dinâmica na tentativa de gerarem hipóteses aos alunos para explicarem fenômenos químicos”.

P3: “Utilizaria para incentivar os alunos na pesquisa e resolução de situações. Questões diretas, com respostas “fixas” provocam o sentimento de saber ou não saber, engessando a aprendizagem. Durante a resolução dos problemas os alunos irão direcionar as respostas para a parte do assunto que mais os interessa, levando a uma aprendizagem com mais sentido e sentimento de pertencimento. ”

P4: “A resolução de problemas por investigação sim utilizo por acreditar que a pesquisa seja essencial para a aprendizagem, este modo de resolução de problemas com o aluno sentado na frente do computador já pesquisando e uma pergunta conduzindo a outra é que nunca utilizei e achei bem produtiva pois diminui a distância entre a química e o aluno uma vez que no meio tem uma ferramenta, o computador, bem próxima que deixa o aluno bem à vontade. ”

5. Você trabalharia com quais tipos de problemas?

P1: “Tentaria propor problemas que interagissem diversas áreas, não só da química, tentando mostrar aos alunos que o que eles estão estudando nas diversas disciplinas estão interligadas. ”

P2: “Numa questão ambiental, por exemplo para pesquisarem os gases formadores da chuva ácida. ”

P3: “Os problemas 1, 2 e 3 achei bastante interessante. Seguiria este estilo de problemas abertos iniciando por um mais direcionado e outros mais livres para que o aluno direcionasse seus exemplos e enfoques para o que realmente chamou atenção dele. ”

P4: “Problemas abertos e semiabertos”.

6. Você considera que a metodologia de Resolução de Problemas é mais apropriada para introduzir novos conteúdos, para aprofundar conteúdos que estão sendo trabalhados ou como atividade de fechamento de uma sequência de conteúdos? Justifique.

P1: “Penso que esta atividade serviria para aprofundar conteúdos e como fechamento de uma sequência. Pois penso que uma pesquisa dos alunos sem uma base para eles teria uma discussão sobre os conceitos abaixo o que poderia ter. ”

P2: “Não tenho experiência suficiente para concluir essa questão, mas dentre as alternativas, vejo que seria interessante para aprofundar conteúdos. ”

P3: “Senti uma vontade maior em utilizar na introdução de novos conteúdos, de maneira a despertar o interesse dos alunos, como foi o caso apresentado. Mas não vejo problema algum em utilizar para aprofundamento de conteúdos ou no fechamento de uma sequência, desde que, para esses dois casos, a construção do problema não apresente diretamente essa correlação, que ficaria mais a cargo do aluno. Penso que no caso de um fechamento, a aplicação direta do conceito para a resolução do problema acabaria tornando o problema mais fechado. Novamente ressalto que, para mim, a resolução de problemas é uma ferramenta bastante útil para provocar no aluno o sentimento de pertencimento e capacidade

de resolução de problemas. ”

P4: “Acho que é bem válida de ser utilizada em todos os momentos dependendo do assunto a ser abordado. Para assuntos como tabela periódica, propriedades das substâncias e ligações por exemplo utilizaria para introduzir o conteúdo por se tratar de alunos com menos conhecimentos prévios. Talvez em assuntos como cálculos estequiométricos ou equilíbrio usasse para aprofundar conteúdos por precisar mais conhecimentos. E para alunos mais maduros em radioquímica e química orgânica talvez utilizasse para fechamento. Más isso eu tenho que pensar melhor”.


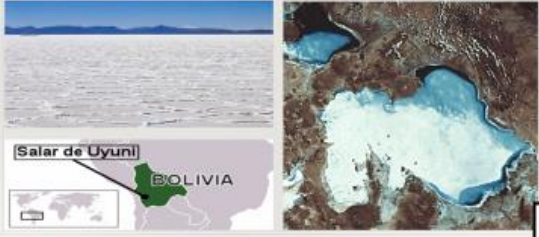
8 – ANEXO: APRESENTAÇÃO CRIADA PARA A ATIVIDADE FORMATIVA

Atividade de Resolução de Problemas sobre Ligações Químicas

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Programa de Pós-Graduação em Química
Disciplina de Estágio Docente I
Professoras Camilla Greff Passos e Franciane Cruz

1


Salar de Uyuni



2

Salar de Uyuni

- Reportagem do Globo Repórter do dia 25/01/2013: Hotel no deserto de Uyuni, na Bolívia, tem paredes e móveis feitos de sal.
- Qual a sua opinião sobre esse assunto?



<http://g1.globo.com/globo-repórter/noticia/2013/01/hotel-no-deserto-de-uyuni-na-bolivia-tem-paredes-e-moveis-feitos-de-sal.html>

3

Problema 1

O deserto de Uyuni é o maior Salar do mundo, contendo mais de 64 bilhões de toneladas de cloreto de sódio, 150 milhões de toneladas de cloreto de potássio, 100 milhões de toneladas de cloreto de magnésio e ainda guarda uma imensa reserva de Lítio com cerca de 100 milhões de toneladas. Pesquise as principais aplicações do Lítio atualmente e os aspectos ambientais relacionados.

4

Problema 2

A Oceanografia Química é a ciência que estuda a composição e a concentração dos compostos presentes nos oceanos. A composição da água do mar é basicamente constante e possui mais de 70 elementos dissolvidos. Embora a água do mar seja constituída de 3,5% de sais dissolvidos, somente dois terços são cloreto de sódio. Pesquise quais são os principais íons que compõem a água do mar. Represente com modelos físicos (palitos, bolas, desenhos, representações teatrais) como seria a imagem submicroscópica dos íons quando estão solvatados na água. Cite duas propriedades da água do mar que estão relacionadas à presença destes íons.

5

Problema 3

O deserto de Uyuni vem crescendo. E os períodos de chuvas ajudam a expandir as margens do Salar e isso acontece por conta do processo constante de evaporação da água. Explique utilizando teorias de ligações químicas a grande diferença de Ponto de Fusão (temperatura na qual uma substância muda do estado físico sólido para líquido) da água e dos sais que constituem o Salar. Simule experimentos práticos para ilustrar esta diferença.

6

Sugestões de Leitura

- <http://revistagalileu.globo.com/Revista/Galileu/0,,EDR87155-7943.00.html>
- http://www.boliviacultural.com.br/ver_noticias.php?id=1013
- http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2005ago_qnc_sal.pdf
- <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/05/hidrosfera.pdf>

7

Resolução – Etapa I

Como vocês pretendem resolver os problemas propostos?

8

Resolução – Etapa II

O grupo deve levantar hipóteses.

9

Resolução – Etapa III

Faça o seu planejamento de resolução. Se houver alguma prática de laboratório, este é o momento de realizá-la.

10

Resolução – Etapa IV

Vocês devem criar uma exposição relatando as estratégias adotadas, os erros ocorridos e os resultados obtidos na resolução do problema.

11