



**INSTITUTO
FEDERAL**
Brasília

Instituto Federal de Brasília
Campus Gama
Licenciatura em Química

BIANCA LUÍSA DIAS DE SOUSA

**OS MODELOS MENTAIS EXPRESSOS ACERCA DOS FENÔMENOS DE
SOLUBILIDADE E REATIVIDADE POR LICENCIA(N)DOS DE LICENCIATURA EM
QUÍMICA DO IFB *CAMPUS GAMA*.**

Brasília/DF
2024

BIANCA LUÍSA DIAS DE SOUSA

OS MODELOS MENTAIS EXPRESSOS ACERCA DOS FENÔMENOS DE SOLUBILIDADE E REATIVIDADE POR LICENCIA(N)DOS DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DO IFB *CAMPUS* GAMA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Brasília, *Campus* Gama como parte da exigência para obtenção do título de licenciado.

Orientador: Professor Mestre Rafael Machado de Sousa

Brasília/DF
2024

Sousa, Bianca Luísa Dias de.

Os modelos mentais expressos acerca dos fenômenos de solubilidade e reatividade por licencia(n)dos de Licenciatura em Química do IFB Campus Gama. / Bianca Luísa Dias de Sousa ; orientação Rafael Machado de Sousa. — Gama, DF: 2024.

119 f. : il. color. ; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) — Instituto Federal de Brasília, Campus Gama, Gama, DF, 2024.

Orientador(a): Rafael Machado de Sousa.

1. Formação inicial e continuada de professores. 2. Níveis de representação. 3. Triângulo de Johnstone. 4. Ensino de Química. 5. Alfabetização Científica. I. Sousa, Rafael Machado de, orient. II. Instituto Federal de Brasília. III. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA
RELATÓRIO DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

1. DADOS DA ALUNA

Nome: Bianca Luísa Dias de Sousa

2 - DADOS DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Tipo do trabalho: (x) Monografia () Artigo

Título:

**OS MODELOS MENTAIS ACERCA DOS FENÔMENOS DE SOLUBILIDADE E REATIVIDADE
PROCESSADOS POR LICENCIA(N)DOS:**

um estudo de caso com graduandos e egressos do curso de Licenciatura em Química do IFBCampus Gama

3 - BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Me. Rafael Machado de Sousa

Convidado(a) 1: Prof. Dr. Gérson de Souza Mól

Convidado(a) 2: . Prof. Me. Lincoln Bernardo de Souza

4 - RESULTADOS

Após avaliação do TCC, nesta data, os membros da Banca Examinadora consideram o(a) aluno(a):

(x) APROVADO

() APROVADO com reformulações (prazo de 15 dias, após a defesa do TCC, para entrega da versão definitiva)

() REPROVADO (deverá haver nova matrícula no componente TCC e remarcação da defesa para o próximo semestre letivo.

Brasília, 20 de setembro de 2024.

Banca Examinadora: composta pelos membros indicados no item 3 deste relatório que assinam eletronicamente este documento.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Rafael Machado de Sousa**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 20/09/2024 17:03:31.
- **Lincoln Bernardo de Souza**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 20/09/2024 19:09:40.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 20/09/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 564710

Código de Autenticação: ed511cfc10



Campus Gama
Lote 01, DF 480, None, Setor de Múltiplas
Atividades, GAMA / DF, CEP 72.429-005
None

Dedico este trabalho a minha mãe e ao meu pai, à Deus e a minha espiritualidade, à minha falecida avó Tereza, ao meu cachorro Thor e ao falecido Tigre (meu anjinho), e a mim porque escolhi não desistir da vida.

AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros e profundos agradecimentos por esses longos anos de curso:

A Deus e à minha espiritualidade e ancestralidade que me protegem, me aconselham e orientam, me acolhem e me ensinam sobre gentileza, sutileza, paciência e responsabilidades, principalmente no trato comigo mesma.

À minha mãe, Simone, e ao meu pai, Gaspar, que são meus alicerces e refúgio, que possuem uma resiliência e determinação que me inspiram. Sem o apoio e presença de vocês, especialmente no desenvolvimento deste trabalho, eu provavelmente não conseguiria.

À minha irmã Brunna Luísa, que desde cedo me ensinou sobre determinação para encarar desafios e enfrentar adversidades mesmo com medo.

Ao meu sobrinho e afilhado Eduardo, uma criança curiosa tal qual a tia, inteligente e amoroso, que tem um lindo caminho de aprendizados pela frente. Você me inspira a ser uma pessoa cada vez melhor.

Aos meus avós já falecidos: Tereza e Benedito (maternos), Joaquina e José (paternos), e com carinho Dona Aparecida. Espero que estejam orgulhosos e em paz! Em especial a minha avó Tereza Ostrowski Dias, com quem tive mais tempo de conhecer e de viver, mas que infelizmente não pode me ver formar: "Vó, eu finalmente terminei!".

Ao meu cachorro Thor, pelo amor, afeto, amizade e companheirismo, meu "grudinho", que me ensina tanto sobre a simplicidade e a importância dos pequenos gestos como sobre responsabilidades e prioridades. E a todos os pets que tive a oportunidade de encontrar ao longo da minha vida, em especial meu irmão de quatro patas e anjinho Tigre, desde cedo cada um deles me ensinaram sobre afeto, respeito, empatia, cuidado com os animais e respeito ao meio ambiente.

A todos os meus familiares que fazem parte da minha vida, como aqueles que já fizeram e agora descansam em paz. Agradeço também a todos pelo apoio e pelas palavras de carinho durante o curso e durante a escrita deste trabalho, que me incentivaram, me consolaram e torceram por mim. Muito obrigada, cada palavra de incentivo, apoio, estímulo, abraço, escuta e carinho me ajudaram a continuar o percurso, a não paralisar, foram esses elementos que colaboraram para eu continuar.

A minha mãe Simone e a minha Tia/madrinha Luciane, professoras dedicadas e comprometidas com a profissão: vocês são inspiração e exemplo de profissionais da Educação.

Aos meus professores da Educação Básica que fizeram parte da minha jornada formativa do período de 1998 a 1999 do colégio Instituto Madre Blandina e de 2000 a 2012 do colégio Centro Educacional Stella Maris (atual Claretiano): o carinho, a gentileza e a dedicação de vocês em sala de aula repercute até hoje na minha vida, para além dos conteúdos. Muitos de vocês foram minha inspiração na escolha da Licenciatura como caminho profissional. E também, gratidão aos professores do Ensino Médio que me acolheram com paciência e gentileza nos momentos difíceis que passei.

Às psicólogas que me oportunizaram momentos de acolhimento, de reflexões e de aprendizado emocional ao longo desses anos que foram essenciais para eu promover as mudanças internas necessárias para continuar viva e “caminhando”: Rayana Veras, Janaína Bizinoto, Andressa Queiroz e Rafaelly Alencar. Sem o acolhimento e o trabalho psicoterapêutico com vocês, eu dificilmente teria continuado minha jornada. E não esquecerei do conselho da querida Andressa: "Permita-se!", com ele me permitir vivenciar e aprender a sair da zona de conforto e perceber que adoro laboratório de Química e que realmente me sinto chamada para a Docência. É sobre superar, encarar e até escolher os desafios.

Aos meus amigos, pela amizade, apoio e incentivo: Karlla Roberta, Erika Tainah, Nathan Damasceno, Simone Caixeta, Ana Carolina, Evelynne Katriny, Heitor, Maria Isabel, como também tantos outros colegas do curso da minha turma de ingresso e das turmas de outros semestres, pela amizade, pelas trocas de conhecimento, aprendizados e vivências, por todo o apoio, pelas palavras de carinho e incentivo que muito me estimularam para a realização deste trabalho.

Aos médiuns e trabalhadores do terreiro de Umbanda localizados em Valparaíso (GO), pelo acolhimento, trabalho espiritual e apoio emocional.

A equipe de colegas da Sala de Recursos Generalista do Colégio CEMAB em Taguatinga (DF), pelo apoio e incentivo, em especial: Fabyana, Elenice, Flávia, Jaqueline e Regina.

Às professoras do IFB, Sônia, Rosana e Karla, pelos ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso, pelos incentivos e conselhos, pela confiança em minhas capacidades e por serem uma inspiração pra mim na docência e na vida.

Aos professores(as) do curso de Licenciatura em Química, a qual desejo valorização e reconhecimento profissional pela prática docente tão cheia de desafios. Em especial aos professores André e Rafael que me permitiram enxergar outros horizontes para além da sala de aula.

Ao professor Rafael, também por ter sido o meu orientador e ter desempenhado com dedicação seu papel com extrema paciência, confiança e tolerância comigo.

Aos professores Gerson Mól e Lincoln Bernardo que aceitaram o convite para compor a minha banca de defesa de TCC, vocês me auxiliaram nas devidas alterações e correções necessárias e muito colaboraram para a melhoria deste trabalho e compreensão do que é a escrita de um TCC, obrigada pelo aprendizado!

Aos colegas de curso licenciandos e egressos que contribuíram com a participação voluntária e corajosa respondendo ao questionário deste trabalho, sem vocês, literalmente não seria possível! Muito obrigada!

A professora Karla e a técnica química Andréia do IFB *campus* Riacho Fundo, pelos aprendizados durante a Residência Pedagógica e pela confiança em disponibilizar o Laboratório de Ciências para realização dos testes experimentais e gravação de vídeos para compor este trabalho.

Ao IFB pelas oportunidades de ensino, pesquisa e extensão que vivenciei, essencial no meu processo de formação profissional e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

Aos diversos profissionais do *campus* Gama e do *campus* Riacho Fundo (Residência Pedagógica), desde os terceirizados da área de manutenção, limpeza e segurança como aos diversos servidores efetivos como os técnicos administrativos educacionais, bibliotecários, apoio ao estudante, técnicos dos laboratórios químicos, professores, coordenadores... enfim todos! Obrigada por cuidar dos nossos *campi* e mantê-los!

E a mim: porque me permiti, resisti e não desisti.

“Não existe imparcialidade. Todos são orientados por uma base ideológica. A questão é: sua base ideológica é inclusiva ou excludente?”

— **Paulo Freire.**

RESUMO

Este estudo investiga os modelos mentais relacionados aos fenômenos de solubilidade e reatividade processados por graduandos e egressos do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Brasília, *Campus Gama*. A investigação buscou compreender os modelos mentais expressos pelos futuros professores acerca desses fenômenos. Verificamos como eles transitam entre os níveis de representação do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico), tão fundamentais para uma aprendizagem significativa e coerente com os conceitos científicos, quanto para o exercício crítico e consciente da profissão docente. A metodologia utilizada incluiu a aplicação de um formulário eletrônico com questões abertas acerca dos experimentos de dissolução e recristalização do cloreto de sódio em solução supersaturada e da reação de precipitação do cloreto de prata, solicitando expressamente o envio das respostas na forma de desenhos com sua respectiva legenda. Os resultados indicaram uma dificuldade recorrente dos estudantes em articular adequadamente os diferentes níveis de representação da Química, particularmente o nível submicroscópico, para explicar os fenômenos que envolvem a dissociação, a solvatação e a precipitação de sais. A pesquisa concluiu que a abordagem integrada desses níveis de representação por meio da construção de modelos mentais, ainda na formação inicial de professores, é essencial para promover uma aprendizagem significativa e coerente da Química, além de uma autoconsciência dos futuros professores sobre seus processos mentais e, assim assegurar-se de participar ativamente e colaborativamente com seus alunos, colegas de profissão, escola e comunidade na construção de uma educação científica aliada aos ideais democráticos da educação para o exercício pleno da cidadania.

Palavras-chave: formação inicial e continuada de professores; níveis de representação; triângulo de Johnstone; ensino de química; alfabetização científica.

ABSTRACT

This study investigates the mental models related to the phenomena of solubility and reactivity processed by undergraduate and former students of the Chemistry Degree course at the Federal Institute of Brasília, Gama Campus. The research sought to understand the mental models expressed by future teachers regarding these phenomena. We verified how they move between the levels of representation of chemical knowledge (macroscopic, submicroscopic and symbolic), which are so fundamental for meaningful and coherent learning with scientific concepts, as well as for the critical and conscious exercise of the teaching profession. The methodology used included the application of an electronic form with open questions about the experiments of dissolution and recrystallization of sodium chloride in supersaturated solution and the precipitation reaction of silver chloride, expressly requesting the submission of the answers in the form of drawings with their respective captions. The results indicated a recurring difficulty of the students in adequately articulating the different levels of representation of Chemistry, particularly the submicroscopic level, to explain the phenomena involving the dissociation, solvation and precipitation of salts. The research concluded that the integrated approach to these levels of representation through the construction of mental models, even in the initial education of teachers, is essential to promote significant and coherent learning of Chemistry, in addition to self-awareness of future teachers about their mental processes and, thus, ensuring that they participate actively and collaboratively with their students, colleagues, school and community in the construction of a scientific education allied to the democratic ideals of education for the full exercise of citizenship.

Keywords: initial teacher education and continuing training; levels of representation; Johnstone's triangle; chemistry education; scientific literacy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

Figura 1 — Fluxograma do curso de Licenciatura em Química/IFB-2020	59
Figura 2 — Modelos mentais <i>versus</i> modelos conceituais	66
Figura 3 — Objetos de estudos e focos de interesse da Química	73
Figura 4 — Modelo atualizado do Triângulo de Johnstone	73
Figura 5 — Triângulo dos aspectos do conhecimento Químico	75
Figura 6 — Modelo mental do participante L7 - experimento 1	97
Figura 7 — Modelo mental do participante L7 - experimento 2	98
Figura 8 — Modelo mental do participante L3 - experimento 1	99
Figura 9 — Parte do modelo mental do participante L8 - experimento 1	101
Figura 10 — Parte do modelo mental do participante L9 - experimento 1	101
Figura 11 — Modelo mental do participante L6 - experimento 2	102
Figura 12 — Parte do modelo mental do participante L3 - experimento 2	103
Figura 13 — Parte do modelo mental do participante L1 - experimento 2	103

Quadros

Quadro 1 — Questões abertas referentes aos experimentos	83
Quadro 2 — Categorias de análise dos modelos mentais expressos	85

Gráficos

Gráfico 1 — Gênero	87
Gráfico 2 — Faixa etária	88
Gráfico 3 — Autodeclaração étnica-racial	88
Gráfico 4 — Licenciandos e egressos do curso	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Experimento 1 - dissolução do Cloreto de Sódio e recristalização	80
Tabela 2 — Experimento 2 - reação de precipitação de Cloreto de Prata	81

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	17
INTRODUÇÃO	19
CAPÍTULO 1: DA PROFISSIONALIZAÇÃO DOCENTE	24
1.1 O papel do professor no Brasil com ênfase na Formação Docente	25
1.2 O compromisso dos Institutos Federais com a Formação Docente	30
CAPÍTULO 2: POR UM ENSINO DE CIÊNCIAS PELO PARADIGMA SÓCIO-CULTURAL	35
2.1 Educação escolar como pré-requisito ao pleno exercício da cidadania	35
2.2 O conhecimento científico para transformação social e tecnológica	37
2.3 Educação científica para o pleno exercício da cidadania	40
2.4 A trajetória percorrida até a perspectiva sócio-histórica da Educação Científica	41
CAPÍTULO 3: É FUNDAMENTAL ROMPER COM O ATUAL ENSINO TRADICIONAL DE QUÍMICA	51
3.1 Da formação inicial e continuada de professores de Química	52
3.2 Do curso de Licenciatura em Química do IFB Campus Gama	57
3.3 Da teoria cognitiva dos modelos mentais no Ensino de Química	63
3.4 Do trânsito entre os níveis de compreensão da Química na construção de modelos mentais sofisticados	70
CAPÍTULO 4: METODOLOGIA	78
4.1 Local e sujeitos da pesquisa	78
4.2 Objeto da pesquisa	78
4.3 Instrumentos para a coleta de dados da pesquisa	78
4.3.1 Experimentos: da produção de vídeos e dos roteiros experimentais	79
4.3.2 Da coleta de dados via formulário eletrônico do Google Forms	82
4.4 Da análise dos dados	84
CAPÍTULO 5: RESULTADOS E DISCUSSÃO	86
5.1 Do contexto da pesquisa e da adesão dos participantes	86
5.2 Do perfil dos participantes e da estrutura curricular do curso	86
5.3 Dos modelos mentais dos licenciado(s) nas categorias propostas	90
5.3.1 Solubilidade dos sais	90
5.3.2 Reatividade	93

5.3.3 Níveis de representação do conhecimento Químico	94
5.3.4 Forma de pensamento	95
5.4 Da discussão das tendências dos modelos mentais dos licencianda(s)	96
CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
REFERÊNCIAS	109
APÊNDICE A: FORMULÁRIO DE PESQUISA PARA OS LICENCIANDOS E LICENCIADAS DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DO IFB GAMA	113

APRESENTAÇÃO

Minha trajetória acadêmica foi marcada pela criação e participação colaborativa de eventos estudantis durante o curso como o Encontro de Formação Docente em Química, além de participar de projetos de Iniciação Científica na área de Ensino de Matemática, em grupos de estudo sobre Educação, além de realizar atividades de monitoria de Química na faculdade, estágio em Laboratório de Química na Indústria e de participar do programa institucional de Residência Pedagógica em Química, entre outras atividades para além da sala de aula.

Essas experiências me permitiram vivenciar e refletir as teorias aprendidas em sala de aula, seja as específicas ou da área pedagógica, e observar suas implicações no mundo real. Tais experiências não só agregaram aos meus conhecimentos, mas colaboraram para que eu pudesse transformar minha própria visão sobre a Educação, sob uma perspectiva inclusiva e democrática dela e, mais especificamente, do Ensino de Química.

Assim, lacunas e desafios presentes na área foram evidenciadas e compartilhadas por mim, pelos meus colegas e professores do curso de Licenciatura em Química no IFB. Ao longo do curso, tive meus próprios desafios e pude perceber as fragilidades decorrentes da fragmentação e não integração das disciplinas e conteúdos do curso, fruto do Ensino tradicional que ainda vigora nas diversas instituições de Ensino Superior e não colaboram para uma adequada reforma educacional no país.

Esse cenário me motivou ainda mais a investigar a perspectiva dos licenciandos, no caso, dos meus colegas de curso e futuros professores, sobre o próprio aprendizado de conceitos básicos da Química no Ensino Superior.

A escolha do tema deste Trabalho de Conclusão de Curso reflete meu compromisso em investigar a formação inicial de professores na Licenciatura em Química, reconhecendo sua relevância tanto no contexto acadêmico quanto profissional.

A motivação principal reside na possibilidade de oferecer *insights* ao explorar os modelos mentais dos licenciandos de forma a auxiliar na superação de obstáculos no processo de ensino-aprendizagem desde o Ensino Superior, e para

que os resultados sirvam de pontapé para reflexões, inspire futuros estudos e práticas, gerando uma base para novas abordagens e explorações do tema.

Por fim, considerando que este trabalho representa meu primeiro texto acadêmico-científico de maior extensão, optei por retomar, nos primeiros capítulos, aspectos relacionados ao histórico educacional brasileiro e seus movimentos democráticos, além de explorar conceitos fundamentais na área da Educação. Essa abordagem tem como objetivo contextualizar o leitor acerca dos fundamentos e do cenário em que esta pesquisa está inserida, garantindo maior clareza e acessibilidade à compreensão dos temas tratados.

Em suma, este TCC representa a culminação de minha jornada acadêmica, integrando conhecimentos adquiridos, experiências vivenciadas e uma paixão genuína por compreender como nossa mente humana aprende, se modifica, se transforma e compartilha conhecimentos.

INTRODUÇÃO

No Ensino Superior, especialmente nos cursos de formação inicial de professores (Licenciaturas), esperamos que os egressos alcancem um salto qualitativo maior e mais complexo em sua cognição acerca de conceitos científicos específicos da área durante o curso, do que se objetiva para um estudante do Ensino Médio da Educação Básica ou de um recém ingressante do curso.

Na Licenciatura em Química, essa expectativa se acrescenta à responsabilidade e à autonomia que os futuros professores de Química terão no processo de ensino-aprendizagem desta área de conhecimento nas escolas com seus estudantes da Educação Básica.

Por isso, é fundamental conhecer e avaliar como os licenciandos veteranos e egressos deste curso concebem certos conceitos científicos fundamentais como da solubilidade e da reatividade, que fazem parte de um dos focos de interesse da Química (Mortimer; Machado; Romanelli, 2000), o das transformações, pois envolvem fenômenos físicos e/ou químicos.

Na grande maioria das vezes, os fenômenos não trazem sua essência no contato empírico, imediato ou direto, por isso a Ciência se alicerça em representações abstratas e criteriosas destes fenômenos (modelos teóricos) para tentar compreender a realidade física do mundo. Tais modelos são construídos pela comunidade científica, socializados, debatidos até se tornarem consenso, sempre considerando suas limitações e potencialidades.

O conhecimento químico pode ser compreendido e sistematizado em termos de níveis ou universos de conhecimento, comumente, em três níveis distintos, mas que se inter-relacionam, denominados na literatura como: macroscópico ou fenomenológico; simbólico ou representacional; teórico ou submicroscópico.

Essa categorização oferece uma estrutura para examinar como o conhecimento químico é construído, adquirido, internalizado e aplicado, possibilitando uma análise crítica e sistemática das competências e habilidades envolvidas tanto no processo de construção desse conhecimento como do processo de ensino-aprendizagem dele.

O fato é que a integração dessas categorias permite uma compreensão mais holística e eficiente do conhecimento químico, possibilitando avanços tanto no

Ensino de Química como na pesquisa científica de fato, quando um aprendiz ou um cientista é capaz de reconhecer esses níveis de representações, suas fronteiras e, principalmente, a possibilidade de transitar livremente entre eles.

No trabalho de Mortimer, Machado e Romanelli (2000) são relatadas dificuldades dos estudantes da Educação Básica no aprendizado de conceitos químicos fundamentais como de substância, solubilidade, ligação química, etc, devido a obstáculos na compreensão desses níveis e da conexão entre eles, principalmente, com o nível submicroscópico da Química que abrange o universo teórico e abstrato dos átomos, moléculas e entes invisíveis.

Essa dificuldade na aprendizagem de conceitos básicos da Química, e, conseqüentemente, dos conceitos mais complexos, que derivam da dificuldade em correlacionar os níveis do conhecimento químico, não ocorre apenas com estudantes da Educação Básica do Ensino Médio ou dos anos finais do Ensino Fundamental.

As pesquisas de Gondim e Mendes (2007); Gibin e Ferreira (2010); Lima e Núñez (2012); Santos, Melo e Andrade (2015) demonstram os mesmos problemas no Ensino Superior de cursos de Química, seja no bacharelado ou na licenciatura. É que nenhum dos três níveis do conhecimento químico são adequadamente compreendidos quando são trabalhados isoladamente ou com pouca compreensão do alcance de cada nível e das fronteiras que os permeiam.

Por isso, é crucial ainda na formação inicial de professores de Química garantir a eficácia do ensino superior com a aprendizagem dos conceitos químicos de modo consciente e crítico pelos licenciandos.

Para isso, uma ferramenta promissora para identificar os principais obstáculos na aprendizagem e no ensino, além de acompanhar a evolução cognitiva acerca de um conceito científico, é por meio de modelos mentais expressos elaborados pelos estudantes.

Os modelos mentais são representações mentais internas que os alunos constroem para interpretar e dar sentido aos fenômenos que aprendem. Quando expressos na forma visual ou verbal, por exemplo pela escrita ou desenhos, essas representações permitem acessar o conhecimento prévio dos estudantes, servindo como ponto de partida para o ensino e como diálogo com os modelos científicos.

Além disso, o acompanhamento da evolução dos modelos mentais expressos ao longo do processo de aprendizagem indica o progresso conceitual, especialmente em áreas complexas, como a Química, onde é essencial transitar entre os diferentes níveis de compreensão e representação, como o macroscópico, o simbólico e o submicroscópico.

Assim, uma abordagem na formação inicial de professores de Química baseada na tentativa de representação de modelos científicos que inclua igualmente os três níveis de compreensão do conhecimento químico (dentro das possibilidades) por meio do desenvolvimento de modelos mentais expressos pelos estudantes, pode colaborar significativamente na compreensão das concepções e dificuldades dos estudantes, impactando na maneira como os conceitos científicos são ensinados, dialogados e aprendidos.

Por isso, o objetivo geral deste trabalho é compreender os modelos mentais expressos por licenciandos (veteranos) e licenciados (egressos) de Licenciatura em Química do IFB *Campus* Gama acerca dos fenômenos de solubilidade e reatividade.

Como objetivos específicos, foram elencados quatro pontos principais:

- Verificar se os modelos mentais expressos se aproximam dos modelos científicos associados à solubilidade e à reatividade.
- Verificar se os modelos mentais expressos diferenciam os fenômenos físicos e químicos a partir da compreensão que possuem dos conceitos de solubilidade e de reatividade;
- Categorizar os modelos mentais expressos segundo os conceitos de solubilidade e reatividade apresentados pelos estudantes;
- Categorizar os modelos mentais expressos conforme a predominância no uso das três dimensões/níveis do conhecimento químico: macroscópico, simbólico e submicroscópico utilizados para explicar os fenômenos.

Para atingir esses objetivos, nosso trabalho foi desenvolvido e aqui é apresentado por meio de cinco capítulos, sendo os três primeiros de fundamentação teórica para o trabalho.

No primeiro capítulo, apresentamos uma breve evolução histórica do processo de profissionalização da Docência no Brasil, destacando o papel do

professor como agente indispensável na transformação educacional e social, especialmente após a redemocratização em 1988.

A partir desse contexto, abordamos os desafios da docência e da valorização da carreira até a criação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, por se tratar da fonte de amostragem deste trabalho.

Vale ressaltar que ao longo do trabalho o termo “formação inicial e continuada de professores” é utilizado como sinônimo de “formação de professores” ou “formação docente” para evidenciar que o desenvolvimento profissional docente abrange tanto a preparação acadêmica inicial ou “formação inicial” (Licenciatura) como a “formação continuada”.

Uma formação inicial se refere a construção das bases de conhecimento que serão desenvolvidos durante a trajetória profissional docente, já a formação continuada inclui tanto a progressão dos estudos (pós-graduações e outros aperfeiçoamentos na área de ensino) quanto ao aprendizado adquirido na prática docente, incluindo experiências em sala de aula, a troca de conhecimentos com colegas e alunos, e o desenvolvimento colaborativo dentro da instituição escolar.

Essa denominação integra, portanto, uma perspectiva de formação como um processo ao longo do tempo, em que o docente se desenvolve continuamente à medida que reflete suas práticas pedagógicas de forma a aprimorá-las como também responder às novas demandas educacionais de modo sistemático e progressivo.

No capítulo 2, verificamos a finalidade da educação escolar no Brasil a partir da Constituição Federal (1988) e legislações derivadas, e os significados de cidadania para compreensão do que é a educação escolar para o exercício da cidadania.

Em seguida, analisamos a importância do Ensino de Ciências em prol da formação cidadã e da transformação social e tecnológica, a partir do paradigma sócio-histórico, segundo a Sociologia da Ciência, por um ensino que considere os conhecimentos prévios dos estudantes e os saberes e fenômenos cotidianos, aproximando o saber escolar e o científico.

No capítulo 3, apresentamos uma crítica ao ensino tradicional de Química, chamando à responsabilidade os cursos de formação de professores propondo romper com esse ciclo desde o Ensino Superior.

Para isso, explicamos o que são os modelos mentais e seu uso como ferramenta de investigação do processo de ensino-aprendizagem, muito comum nas pesquisas de Ensino de Química, além de esclarecermos o que são os níveis de compreensão do conhecimento químico e o seu aspecto relacional, essencial na perspectiva sócio-cultural de educação científica.

É no capítulo 4 que descrevemos e explicamos a metodologia utilizada na pesquisa para então, no capítulo 5, exibirmos os resultados da pesquisa: o contexto da pesquisa, o perfil dos participantes, os modelos mentais identificados, e a discussão teórica com base na literatura.

Por fim, apresentamos nossas conclusões e depois as referências.

CAPÍTULO 1: DA PROFISSIONALIZAÇÃO DOCENTE NO BRASIL

Uma preocupação recorrentemente apresentada em debates e fóruns educacionais é quanto a necessidade de melhorar a qualidade da Educação no país, o que inclui a valorização da carreira profissional do professor, das suas condições de estudo (formação continuada) e de trabalho.

Esse reconhecimento do professor como um profissional da Educação essencial nas sociedades democráticas com demandas específicas, características próprias e um conjunto de pré-requisitos para exercer seu trabalho, é recente e remonta à década de 80, período da redemocratização do país pós ditadura militar e de mudança de paradigma educacional.

Apesar do reconhecimento da necessidade de valorização das carreiras de magistério, apresentada em diversas legislações e documentos oficiais desde então, a realidade apresenta uma crescente desvalorização da carreira com baixos salários, principalmente quando se fala da Educação Básica, e péssimas condições de trabalho com conseqüente desinteresse profissional dos jovens pelas licenciaturas.

E ainda, os professores enfrentam constantes demandas adicionais e frequentes mudanças no sistema educacional, a cada mudança de governos, comumente determinadas por gestores e autoridades que definem as diretrizes nacionais de ensino. Essas imposições, muitas vezes sem o devido diálogo com os profissionais da área, impactam diretamente o trabalho docente.

Há um crescente desinteresse dos estudantes da Educação Básica em frequentar a escola e a participar das aulas, além de situações de desrespeito e indisciplina em sala, frequentemente manifestadas por comportamentos inadequados e agravados pelo uso excessivo de telas. Essa distração tecnológica dificulta o engajamento nas atividades pedagógicas, comprometendo a dinâmica de ensino-aprendizagem.

Para entender melhor esse quadro atual destacamos neste capítulo os aspectos históricos da profissionalização docente no Brasil e de seus desafios além da criação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia em 2008 pelo Governo Federal vigente, como parte de um projeto de melhoria educacional do país.

1.1 O papel do professor no Brasil com ênfase na formação docente

Antigamente a valorização do professor era limitada à visão tradicional e reducionista de Educação, no qual seu trabalho configurava mera ocupação trabalhista e era pedagogicamente estabelecido a partir de uma relação hierárquica rígida, em que o professor, visto como detentor exclusivo do saber a ser transmitido (e não dialogado ou construído), era a autoridade máxima.

Esse modelo colabora para que a autoridade em sala seja exercida de maneira impositiva e até autoritária, a fim de reforçar o respeito dos alunos, pela imposição de regras e pela obediência a uma disciplina rígida, muitas vezes pautado mais pelo temor do que pelo reconhecimento de sua importância.

Nesse contexto, o respeito não era construído pelo diálogo ou pela valorização da participação ativa dos alunos, logo não existia uma valorização do professor como um profissional vinculado às transformações sociais, e sim de um agente meramente tecnicista.

Com o processo de redemocratização, a Constituição de 1988 formalizou a importância do docente como agente transformador da sociedade, oriundo de um processo de mudança de perspectiva educacional, admitindo seu papel fundamental na melhoria da qualidade da Educação do país e rompendo com tal perspectiva conservadora.

Diante da produção acadêmica daquela época somadas às lutas de diversos setores da sociedade à favor da democracia, o professor é finalmente chamado a compor um papel ativo na educação escolar que culminará na profissionalização da docência ao longo dos anos seguintes no país.

O Estado, alinhado ao ideal democrático e à crescente necessidade de escolarização da sociedade brasileira resultante do processo de modernização das sociedades contemporâneas, chama para si a obrigatoriedade de promover e controlar a educação formal em conjunto com a família e a sociedade e oportuniza a participação da classe de professores, ao que Weber (2003) explica:

[...] ganha destaque o professorado da educação básica que, na década de 1980, passou a ser reconhecido como um dos principais agentes de mudança, seja da qualidade do ensino, seja da democratização da própria sociedade brasileira. Esse processo de reconhecimento se foi corporificando em políticas educacionais e em legislação e, também, informou a luta das entidades representativas dos docentes. É suficiente lembrar alguns aspectos oriundos da produção acadêmica e do debate social que foram

incorporados à Constituição Federal de 1988, como o resgate do concurso público, a garantia de padrão de qualidade como princípio da educação e a visão do docente como profissional do ensino (Weber, 2003, p.1126).

Na Constituição Federal de 1988, em seu artigo nº 206, dentre os princípios elencados está a “valorização dos profissionais de ensino”. O termo “ensino” foi ampliado nos debates posteriores até a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394, 1996) que segundo o mesmo autor, é um dos marcos de referência no reconhecimento de um profissional da Educação e não somente do Ensino:

[...] ao substituir a expressão profissional do ensino, que remete a uma visão nitidamente conteudística, pela expressão profissionais da educação, a qual, além dos conteúdos e de suas tecnologias a serem ministrados em processos formativos, enfatiza a dimensão política e social da atividade educativa, e inclui a dinâmica escolar, o relacionamento da escola com o seu entorno mais amplo, a avaliação, a gestão. (Weber, 2003, p. 1132).

Na época, a nova LDB instituiu uma nova configuração para a formação inicial de docentes e em uma nova instituição: a de Ensino Superior. Antes, para atuar como professor na Educação Infantil e nas séries iniciais do Ensino Fundamental bastava a formação técnica de nível médio, a partir da nova legislação seria necessário possuir, preferencialmente, a Licenciatura em Pedagogia ou curso normal superior.

De início, incluiu os professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental então percebidos como profissionais que também “domina[m] e organiza[m] os conhecimentos sistematizados, construídos e difundidos pela instância universitária” (Weber, 2003, p. 1126).

No entanto, a exigência de formação superior para a Educação Infantil foi gradualmente implementada, considerando a adaptação dos profissionais já atuantes. O processo foi consolidado em 2006 com a Resolução nº 2 do Conselho Nacional de Educação (CNE), que reforçou essa obrigatoriedade e estipulou que todos os professores da Educação Infantil deveriam ter formação superior, contribuindo para a valorização e profissionalização da atuação docente nessa etapa crucial do desenvolvimento infantil.

Considerar uma formação inicial docente em nível superior constituiu um dos importantes indicadores dessa passagem de ocupação para profissão, ou ainda, do processo de profissionalização docente na Educação, pois a partir daí, a

Licenciatura se tornou o caminho formal para a Docência, incluindo tanto as disciplinas específicas quanto a formação pedagógica.

Segundo Lima e Núñez (2012), a profissionalização da docência vem como uma nova perspectiva de Educação e de formação docente em contraponto àquela oriunda da racionalidade técnica. Agora, o professor é “um profissional que age com competência, mobilizando, de forma consciente, diferentes recursos (saberes, valores, atitudes, etc) em sua prática docente” (Lima e Núñez, 2012, p. 258).

A fundação da Associação Nacional pela Formação dos Profissionais da Educação (ANFOPE), criada na década de 1990 a fim de contribuir com a reformulação dos cursos de formação de professores, é considerada o marco histórico dessa profissionalização docente (Weber, 2003).

Compreender essa dimensão profissional da Docência é assumir que ela também requer acompanhamento, avaliação, controle e definição de objetivos, metas e parâmetros tanto com vistas à melhorias na formação inicial e continuada do docente e de sua atuação, como avaliar e melhorar o Ensino e a Educação no país.

Dessa forma, a identidade profissional não pode ser resumida à atuação em sala de aula ou a uma formação técnica. Ao longo das décadas, legislações e documentos oficiais estabeleceram garantias de que tais profissionais deveriam ser vistos como educadores, ou seja, estabeleceram uma nova base em que a docência, fundamento da identidade profissional, se desenvolve atrelada à formação inicial e continuada e à pesquisa educacional.

Logo, essa formação docente, em especial a formação inicial deve:

“se caracterizar pela reapropriação, por esses profissionais, de um conteúdo específico articulado e historicamente referenciado, pela compreensão e participação consciente nas tentativas de uma ordem social igualitária e justa e pela efetiva articulação entre teoria e prática desde o começo do curso” (ANFOPE, 1996, p. 16 *apud* Weber, 2003 p. 1136).

Nesse contexto de valorização docente, as diretrizes educacionais do Plano Nacional de Educação - PNE (2014/2024) garante a valorização dos profissionais da educação e apresenta metas a alcançar como: equiparação salarial considerando outras categorias de mesmo nível de ensino; estímulo à pós-graduação dos professores da Educação Básica em suas áreas de atuação; desenvolvimento de planos de carreira no sistema público e particular de ensino.

Segundo Maldaner (2013), o projeto educacional brasileiro reconhece a baixa qualidade da Educação Básica oferecida e a urgência na resolução desse quadro, tanto pelas autoridades educacionais como pelas governamentais, no entanto, as medidas tomadas na prática não suprem isso ou ainda não geram mudanças significativas na realidade escolar e na sociedade.

Entre as décadas de 80 e 90, o Estado Brasileiro favoreceu uma descentralização de recursos pelo país para financiar programas de pesquisas educacionais e compreender as demandas do sistema educacional, discutir e propor políticas públicas e estabelecer diálogo entre os professores, a comunidade escolar e acadêmica, representantes de associações civis com os gestores, legisladores e autoridades dos governos local e nacional.

Com o encerramento desses programas, muitas demandas educacionais foram “geradas de cima para baixo, em detrimento das demandas geradas de baixo para cima. Em consequência disso temos hoje belos documentos, mas que não chegam às salas de aula, ...” (Maldaner, 2013, p. 18).

Desde então, no contexto neoliberal, os professores foram novamente excluídos dos processos de reforma educacional e da elaboração de orientações curriculares, por exemplo, enfrentando demandas educacionais que superam sua capacidade de atendimento.

Essa exclusão, aliada à desvalorização profissional, resulta na falta de comprometimento dos docentes com as diretrizes impostas, dificultando sua participação nas melhorias recomendadas pelas pesquisas pedagógicas.

É fundamental considerar também a dimensão profissional do professor como classe trabalhadora, e segundo Weber (2003), pela ótica da degradação do trabalho, pois há uma série de desafios que comprometem a atuação do professor, o seu desempenho e sua prática docente.

Dentre eles incluem a baixa remuneração em comparação com profissionais de outras áreas com nível educacional semelhante; deficiências na formação inicial e continuada que priorizam a aquisição de conteúdos em detrimento do aprendizado dos processos de ensino-aprendizagem; a falta de atenção e supervisão para os profissionais em atividade.

Além disso, lidam com a dificuldade de equilibrar o trabalho educacional e as atividades extracurriculares; a ausência de supervisão das práticas educativas; a indisciplina, o desinteresse e a violência nas escolas; a comunicação dificultada com alunos e responsáveis e a alta carga de alunos e turmas por professor.

Também se destacam a redução do tempo para planejamento e correção de atividades; a necessidade de participação em equipes de investigação e avaliação; as condições de trabalho precárias e a constante mudança nas diretrizes educacionais a cada nova gestão governamental.

Sem contar a tarefa de:

promover a participação da família nos processos de ensino-aprendizagem e participando direta ou indiretamente na problemática socioeconômica e emocional das famílias e da comunidade, no envolvimento aluno-professor-família [e até] na participação compulsória em atividades exigidas pelo Estado ou por solidariedade em decorrência da falta de condições das escolas. (Weber, 2003, p. 1144).

Segundo os recentes dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2024) há uma iminência de que nas próximas décadas ocorra um “apagão” de professores em todo o sistema educacional devido ao crescente desinteresse dos jovens pelas licenciaturas considerando os desafios da profissão já mencionados e à exigência cada vez mais comum de pós-graduação que em contrapartida não asseguram um retorno financeiro adequado.

O estudo aponta, ainda, que a carência de professores no país não se deve à falta de vagas nos cursos de licenciatura, mas sim à baixa atratividade da carreira do magistério, considerada uma das principais causas associadas ao déficit de docentes no Brasil (INEP, 2024).

Ainda na referida pesquisa, observa-se uma preocupação com as vacâncias geradas a longo prazo pela saída de profissionais do corpo docente em exercício, seja em decorrência do envelhecimento ou da deterioração da saúde mental e física, resultantes de condições de trabalho inadequadas, baixas expectativas de melhorias e da injusta pressão social relacionada ao mito do professor “salvador da educação” com romantização do trabalho docente (“professor por amor”).

Portanto, é fundamental para a melhoria da qualidade da Educação no país restabelecer o diálogo com essa classe profissional, levando em conta suas especificidades, a complexidade do exercício da docência, bem como os desafios e limitações enfrentados em sua prática pedagógica nas reformas educacionais.

1.2 O Compromisso dos Institutos Federais com a Formação Docente

A criação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs) pela Lei nº 11.892/2008 ocorreu durante o 2º mandato do governo de Luiz Inácio Lula da Silva em um contexto de expansão econômica e de democratização do acesso e da permanência no Ensino Superior e que redesenhou a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica no país.

Conforme Otranto (2011) discute em sua pesquisa documental sobre os caminhos da Educação Profissional, a política nacional de democratização do Ensino Superior no Brasil surge com a implementação do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) do Ministério da Educação (MEC) em 2007, sendo um dos componentes educacionais mais importantes dentro do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do Governo Lula.

Nesse cenário, houve a criação do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) que buscava ampliar o acesso à Educação Superior, visto como um caminho para a mobilidade social e o desenvolvimento regional. O REUNI levou à criação de programas como o PROUNI (Programa Universidade para Todos) e à expansão das Universidades e criação dos Institutos Federais.

Considerando o exposto, a oferta de cursos superiores pelos Institutos Federais foi direcionada prioritariamente para atender regiões menos favorecidas, como parte das políticas de inclusão social.

Essa estratégia visava capacitar profissionais para atender às demandas regionais, fortalecer as economias locais e reduzir desigualdades educacionais, sociais e econômicas, promovendo a formação de profissionais qualificados em âmbito nacional.

Nesse contexto, a criação dos Institutos Federais integrou as ações do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), promovendo a qualificação técnica e profissional, o desenvolvimento educacional, científico e tecnológico, especialmente nas regiões mais necessitadas, com o intuito de ampliar a inserção dos jovens no mercado de trabalho e apoiar sua ascensão acadêmica.

A proposta de uma Educação Profissional, Científica e Tecnológica pública, gratuita e de excelência, pelos Institutos Federais, é orientada na dissolução das

barreiras entre os conhecimentos técnico e científico; na integração de ações de ensino, pesquisa e extensão e na verticalização do ensino.

Essa verticalização se baseia na oferta de cursos básicos e profissionalizantes, do Ensino Médio Profissionalizante (seja na modalidade regular - integrado ou subsequente - ou na modalidade EJA) e do Ensino Superior (graduação em licenciatura, tecnologia e bacharelado e pós-graduação).

Ela visa construir um novo modelo de instituição educacional que atenda aos objetivos do Ensino Médio na Educação Básica de forma vinculada ao atendimento das finalidades da Educação Superior, previstos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996) e apresentados a seguir:

Art. 35. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (Brasil, 1996, grifo nosso).

Art. 43. A educação superior tem por finalidade:

VI - estimular o conhecimento dos problemas do mundo presente, em particular os nacionais e regionais, prestar serviços especializados à comunidade e estabelecer com esta uma relação de reciprocidade;

VII - promover a extensão, aberta à participação da população, visando à difusão das conquistas e benefícios resultantes da criação cultural e da pesquisa científica e tecnológica geradas na instituição.

VIII - atuar em favor da universalização e do aprimoramento da educação básica, mediante a formação e a capacitação de profissionais, a realização de pesquisas pedagógicas e o desenvolvimento de atividades de extensão que aproximem os dois níveis escolares. (Incluído pela Lei nº 13.174, de 2015) (Brasil, 1996, grifo nosso).

Por isso, promove o compartilhamento dos mesmos espaços físicos e pedagógicos entre os estudantes de diferentes níveis de ensino e o trânsito de docentes entre esses níveis na mesma instituição, além de programas institucionais de pesquisa e extensão.

Dessa forma, os Institutos Federais objetivam tornar-se um centro de referência de apoio profissional, científico e tecnológico que impacte positivamente no desenvolvimento social e econômico local, regional e nacional.

Além disso, nessas instituições, o Ensino Superior deve reservar 20% do total de cursos ofertados em cada *campus* aos cursos de Licenciatura, ou seja, para a formação inicial de professores, segundo o artigo 8^a da Lei 11.892/2008.

Ademais, prevê a oferta de cursos de formação continuada de professores tanto pela oferta de cursos de pós-graduação como de outros cursos nas áreas de Ensino, principalmente no que tange a Educação Profissional, como estabelecido nos artigos 6^o e 7^o da Lei 11.892/2008:

Art.6^o Os Institutos Federais têm por finalidades e características:

VI - qualificar-se como centro de referência no apoio à oferta do ensino de ciências nas instituições públicas de ensino, **oferecendo capacitação técnica e atualização pedagógica aos docentes das redes públicas de ensino** (Brasil, 2008, grifo nosso).

Art. 7^o [...] são objetivos dos Institutos Federais:

VI - ministrar em nível de educação superior:

b) **cursos de licenciatura**, bem como **programas especiais de formação pedagógica**, com vistas na formação de professores para a educação básica, sobretudo nas áreas de ciências e matemática, e para a educação profissional.

d) cursos de **pós-graduação lato sensu** de aperfeiçoamento e especialização, visando à **formação de especialistas nas diferentes áreas do conhecimento**; e

e) cursos de **pós-graduação stricto sensu** de mestrado e doutorado, que contribuam para promover o **estabelecimento de bases sólidas em educação**, ciência e tecnologia, com vistas no processo de geração e inovação tecnológica (Brasil, 2008, grifo nosso).

No artigo 8^o (Lei 11.892/2008), percebemos uma preocupação quanto à reserva de vagas para oferta de cursos de Licenciatura, que pode ser reflexo daquele movimento da profissionalização docente discutido no primeiro capítulo juntamente com a expectativa da construção de uma nova perspectiva de instituição que integra a Educação Superior e o nível médio, em suas diferentes modalidades, da Educação Básica.

Convém salientar que, ao longo dos últimos anos, essa preocupação buscou estimular não somente o ingresso de mais pessoas nesses cursos como também sua permanência e conclusão, considerando atender ao crescente déficit nacional de professores licenciados na Educação Básica, sobretudo no ensino público, e em especial nas áreas de Ciências da Natureza (Química, Física, Biologia) e Matemática.

Esse aspecto é corroborado no Projeto Pedagógico do curso da Licenciatura em Química do Instituto Federal de Brasília (IFB) *Campus* Gama, local da pesquisa deste trabalho, que justifica a oferta do curso como:

“[...] além da já mencionada demanda de profissionais nestas áreas, **as ciências naturais** consistem numa área que tem recebido pouca adesão por parte dos interessados em licenciaturas, **isso se explica, a grosso modo, pela falta de uma base sólida de formação geral que permita o ingresso direto nestes cursos**. Deste modo, a formação do professor para o magistério da Química nos anos finais do ensino fundamental e do ensino médio deve ser visto como um fator de melhoria para superação das lacunas por que passa o sistema educacional atualmente no Brasil.” (IFB *Campus* Gama, 2020, p.8. grifo nosso).

A falta de interesse nos cursos de Licenciatura pode ser explicada, segundo um panorama geral, pela desvalorização do trabalho docente conforme discutido no capítulo anterior. Todavia, soma-se aos cursos de Licenciatura das áreas de Ciências Naturais e Matemática um desafio extra: a fragilidade das bases de conhecimentos dos estudantes na sua formação geral ainda na Educação Básica.

As lacunas e as defasagens no conhecimento desses estudantes dificultam tanto o acesso direto aos cursos como o interesse por essas áreas, seja na Licenciatura ou no Bacharelado.

E quando ocorre o ingresso, a progressão dos estudos pode ser um processo extremamente desafiador e lento, sobretudo desmotivador, e que dentre tantos outros fatores, colabora para a evasão de universitários desses cursos.

Entretanto, mesmo aqueles com uma base sólida em sua formação geral, quando ingressam nesses cursos também sentem semelhantes dificuldades aos anteriores, o que evidencia outro fator importante: a Educação Escolar, na prática, ainda é pautada em um sistema de ensino tradicional, logo o Ensino Superior como parte desse ciclo escolar também precisa sofrer reformas educacionais.

A proposta dos IFs em integrar e verticalizar o ensino e buscar ser referência no Ensino de Ciências, em parte, se justifica pelo objetivo de contribuir com a reforma educacional no país, em que a melhora da qualidade dos processos de ensino-aprendizagem promova as tais bases de conhecimentos mais sólidas, de forma crítica e reflexiva, aos estudantes da Educação Básica. Mas não somente isso.

Essa reforma educacional se estende à Educação Superior, em analisar como o processo de ensino-aprendizagem está sendo desenvolvido e implementado nas

instituições públicas e privadas, em destaque, nos cursos de Licenciatura e de programas de formação continuada de professores, rompendo com esse modelo de Educação Escolar desconectado da realidade e das transformações sociais.

Considerando o exposto, existe uma importante parcela de responsabilidade das instituições formadoras de professores, em especial das instituições públicas como os IFs, que são financiadas pela sociedade e pelo Estado, em atender às demandas educacionais.

Para isso, é indispensável percorrer o capítulo 2 e compreender quais paradigmas e concepções sobre Educação Escolar e Ensino de Ciências no Brasil, as pesquisas acadêmicas educacionais têm se apoiado na atualidade, considerando o percurso para a construção da atual comunidade de pesquisadores educacionais e de Ensino de Ciências no Brasil que remontam há pelo menos 50 anos.

CAPÍTULO 2: POR UM ENSINO DE CIÊNCIAS PELO PARADIGMA SÓCIO-CULTURAL

2.1 Educação Escolar como pré-requisito ao pleno exercício da cidadania

No panorama brasileiro atual há importantes dispositivos legais que tratam de assegurar o pleno exercício dos artigos nº 6 e nº 205 da Constituição Federal de 1988 no que se refere à Educação como direito social e fundamental do cidadão, compartilhado entre Estado, sociedade e família, os quais resultam de uma trajetória de luta da sociedade brasileira, como já comentado no início do capítulo anterior e, que ao final da década de 1980, passava por um período de redemocratização do Estado Brasileiro. Ao que Weber (2003) relembra:

Na década de 1970, em concomitância com o desvelamento da relação entre educação e sociedade sob o ângulo da reprodução, seja como aparelho ideológico de Estado ou como guardião da sociedade capitalista, foi sendo aprofundada a discussão sobre as contradições nas relações que se estabelecem entre estrutura e superestrutura, passando-se a admitir possíveis contribuições da escola para a construção de uma sociedade justa e democrática. (Weber, 2003, p. 1133).

Na sequência, a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (1996) complementa e regula a Educação garantida no seu sentido formal — a que chamamos de Educação Escolar — pelo Estado Brasileiro, sendo os objetivos da Educação Básica (BRASIL, 1996, art 2º e 4º inciso V): o desenvolvimento pleno do educando, a formação comum indispensável ao exercício da cidadania e ao mundo do trabalho além de viabilizar a progressão de estudos posteriores.

E o que significa esse educar para o exercício da cidadania?

Primeiro, é necessário compreender que o conceito de cidade e de cidadania é proveniente da Grécia Antiga em referência às pessoas livres (*“politai”*) que viviam nas cidades-estados gregas (*“pólis”*) de forma organizada inclusive politicamente. Já na Roma Antiga, com o avanço do Império Romano, há uma incorporação e ampliação desses conceitos, como o uso do termo em latim *“civitas”*, que se refere, etimologicamente, à cidadania, e que destaca a situação política e os direitos do indivíduo em sua sociedade. Ao longo da História, o sentido de cidadania vai se expandindo e se vinculando aos direitos e deveres dos cidadãos conforme os conhecemos hoje.

Santos e Schnetzler (2010) no primeiro capítulo do livro “Educação em Química: compromisso com a cidadania”, trazem os referenciais dos termos: participação do indivíduo na sociedade, conquista de direito e ideal democrático, de modo interligado e intrínseco ao conceito de cidadania.

O conceito de cidadão teve origem na Grécia antiga. Segundo Aristóteles, “Um cidadão no sentido absoluto não se define por nenhum outro caráter mais adequado senão pela *participação* nas funções judiciárias e nas funções públicas em geral” (Aristóteles)¹ (grifo nosso).

[...]

Acerca da participação, Demo (1988) afirma:

Dizemos que participação é conquista para significar que é processo, no sentido legítimo do termo: infundável, em constante vir-a-ser, sempre se fazendo. Assim, participação é em essência autopromoção e existe enquanto conquista processual. (...) (Santos; Schnetzler, 2010, p.25).

É a partir do entendimento desses autores em relação a participação ser conquista e ser uma característica inerente à cidadania que inferem e assumem que a cidadania também advém de processos de conquista, comum às sociedades de ideal democrático.

Na conceituação de cidadania apresentada por Aristóteles, o cidadão tem participação ativa nas funções públicas; já na democracia moderna o cidadão é caracterizado pela sua não participação direta, mas pela sua elegibilidade, ou seja, pelo fato de ser um governante em potencial (Canivez 1991). (Santos; Schnetzler, 2010, p.28).

Assim, educar para cidadania, em um primeiro momento, pode significar “preparar um indivíduo para participar em uma sociedade democrática, por meio da garantia de seus direitos e do compromisso de seus deveres” (Santos; Schnetzler, 2010, p.30-31).

Todavia, há de se destacar a perspectiva crítica que Santos e Schnetzler (2010, p.31) admitem para o papel da Educação na formação da cidadania, assumindo a não neutralidade do processo formativo educacional diante do jogo de poder e de conflito de interesses de classes presentes na realidade das sociedades modernas, contrariando o que chamam de postura ingênua, àquela proposta pela Pedagogia Liberal que considera a mera instrução como consolidação de uma Educação para a cidadania.

Assim, de maneira mais abrangente, uma Educação para cidadania também se caracteriza por promover a participação ativa do educando em seu processo formativo, considerando o seu repertório sócio-cultural e seus conhecimentos prévios, além de adotar um Ensino contextualizado vinculado à realidade e à vida do

estudante, o que culmina na busca pelo protagonismo estudantil nos processos de ensino-aprendizagem (Santos; Schnetzler, 2010).

Cabe destacar que esses autores explicam: a Educação Escolar não deve ser vista como um fim em si mesma ou como o único meio de se desenvolver a cidadania. Ela é uma de tantas instituições da sociedade em que o indivíduo precisará exercer seu poder de escolha e reflexão ao considerar as consequências e impactos de suas ações e omissões.

Percebe-se, então, um caráter social para a escola, ou como Ático Chassot descreve na introdução da obra “Educação em Química”:

“a escola tem a função de reproduzir a ideologia dominante, mantendo o *status quo*, como afirmam os estruturalistas marxistas, ela, por outro lado, constitui também um espaço do contraditório de contra-hegemonia. [...] se trata de [...] recuperar a função social da escola de formar cidadãos (Chassot *in* Santos; Schnetzler, 2010, p.15).

Vale acrescentar que a ideia de Educação para cidadania aqui desenvolvida não deve ser confundida com aquela noção primeira que parte de uma tendência pedagógica “redentora” ou “salvadora” para a Educação Escolar, que considera a escola como a única instituição verdadeiramente capaz de realizar todos os processos formativos em uma sociedade e que não considera nem as transformações sociais atreladas ao processo formativo e nem o papel de outras instituições sociais nesse processo.

2.2 O conhecimento científico para transformação social e tecnológica

Com o advento do Iluminismo no século XVIII no mundo ocidental, a valorização do conhecimento humano baseado na razão e no pensamento científico, em contraponto ao pensamento religioso, foi derivado de uma mudança de paradigma de sociedade, que transitava da Idade Média para Idade Moderna e mais à frente para a contemporaneidade com a Revolução Francesa, culminando na sistematização do conhecimento científico ao longo dos séculos e da sua adoção como referência para nortear, definir e transformar a realidade das sociedades humanas.

O conhecimento científico criado nos últimos três séculos da humanidade deu-se em confronto com o conhecimento do senso comum, caracterizando a primeira ruptura epistemológica necessária. Constituiu-se um conhecimento que se tornou gradativamente autônomo, a chamada ciência

moderna, e que chega à população apenas na dimensão da aplicação técnica [...] (Maldaner, 2013. p. 151).

Na Era da Informação, iniciada em meados do século XX com advento da Revolução Industrial e Tecnológica, e conseqüente processo de globalização que transformou o mundo tal qual o conhecemos hoje, as dinâmicas e as relações entre as pessoas na sociedade são cada vez mais mediadas pelo uso da tecnologia proveniente do intenso e acelerado avanço científico.

Se por um lado, as sociedades humanas ganharam com as comunicações facilitadas, melhora da expectativa e qualidade de vida humana e aumento da produtividade de insumos e alimentos, por outro lado, ainda não conseguiram democratizar o acesso a essas facilidades e nem solucionar problemas antigos como fome, distribuição de renda, acesso à saúde, acesso à saneamento básico, acesso à moradia, resolução de guerras e tantos outros conflitos que permeiam a humanidade (Maldaner, 2013).

Acrescenta-se a esse quadro o estilo de vida contemporâneo que se apresenta cada vez mais incompatível com o desenvolvimento sustentável do planeta: esgotamento de recursos naturais, extinção de espécies da flora e fauna, a crescente geração de resíduos e liberação de substâncias poluentes e tóxicas no solo, ar e água de forma alarmantes, etc.

Tudo isso tem provocado os desequilíbrios ambientais e as alterações climáticas de proporções planetárias e que têm se agravado de forma rápida tornando a resolução de tais questões cada vez mais complexa e, em alguns casos, até irreversíveis, considerando a expectativa de vida humana e as perspectivas para as futuras gerações.

Isso decorre da lógica liberal capitalista das sociedades humanas atuais, as novas tecnologias são criadas para gerar novas necessidades e expectativas que promovam a mudança no comportamento das pessoas em prol do aumento do consumo de produtos por elas em oposição a um desenvolvimento e uma produção sustentável. Isso interfere não somente nas dinâmicas de poder e interesses na sociedade como geram inúmeros impactos no meio ambiente e no planeta.

Na atual Era do Conhecimento, não basta ter acesso à informação e às aplicações tecnológicas, é preciso saber analisá-las e confrontá-las com a realidade e com as conseqüências que trazem.

As rápidas transformações em nossa sociedade muitas vezes não são acompanhadas de prévio diálogo e ponderação, e quando o são por meio de representação política, muitas decisões tomadas e registradas em convenções e documentos oficiais não são efetivamente postas em prática.

Ao que o autor António Francisco Cachapuz exprime preocupação e justifica a necessidade de uma cultura científica atrelada à cidadania:

Todos os dias somos confrontados com problemas complexos exigindo decisões baseadas no conhecimento científico: problemas ambientais, éticos, como construir um desenvolvimento sustentável, transportes, poluição... Não se trata de sermos peritos em tudo! [...] podemos e devemos ter uma cultura científica que nos permita participar em decisões racionais. Compreender minimamente os processos de decisões mais complexos e o sentido do desenvolvimento tecnocientífico. Tal responsabilidade não pode ser exclusiva dos poderes políticos. Estes estão geralmente mais preocupados em aceder/ conservar o poder do que esclarecer e formar cidadãos ou melhorar nossa qualidade de vida. Um triste exemplo do que digo é o resultado prático das várias conferências sobre alterações climáticas (Kioto, Copenhague...). (Cachapuz *in Carvalho*, Cachapuz; Gil-Pérez; 2012, p. 14).

Torna-se ainda mais imperativo que o indivíduo exerça sua cidadania, tanto para haver transparência nas ações de seus representantes na administração central, como no seu direito à propor mudanças a fim de transformar as relações entre sociedade, ciência, tecnologia e meio ambiente segundo:

“linhas mais democráticas, de forma a reconciliar valores e cultura democrática e humanista com o progresso tecnocientífico. Ou seja, a reafirmação e defesa da democracia participativa (e não só representativa) como eixo mediador e regulador entre Tecnociência e o Poder.” (Cachapuz *in Carvalho*, Cachapuz; Gil-Pérez; 2012, p. 14).

Toda essa discussão faz alusão à chamada *crise da Modernidade* oriunda de um progresso científico alicerçado numa concepção positivista de neutralidade científica e da racionalidade técnica (Maldaner, 2013), extremamente problemática para a promoção de transformações sociais mais justas e democráticas como ambientais atreladas à preservação dos biomas terrestres.

Como resultado, houve a quebra com esse antigo paradigma científico que impulsionou a busca por uma outra concepção de Ciência ou Ciências, considerando a importância das diversas áreas do conhecimento humano, apoiadas nos ideais democráticos, no diálogo e na valorização das diferentes culturas humanas e no compromisso com o desenvolvimento sustentável.

Esse novo paradigma científico assume que tanto a produção científica como de suas técnicas e aplicações tecnológicas estão dentro de um sistema social como qualquer outra atividade humana.

A atividade científica não é uma instância descolada da realidade e da vida, ela parte de uma construção humana, e tendo esta perspectiva histórica-cultural, não é normal que ela se volte contra a própria humanidade (Maldaner, 2013).

Por isso, a importância de se apropriar do conhecimento científico por cada indivíduo se justifica em sua ação como cidadão, para que tenha a possibilidade de participar de mudanças estruturais na sociedade e promover uma Ciência voltada a quem precisa dela, como Maldaner (2013) bem destaca:

Permanecendo no senso comum ingênuo, não refletido, no obscurantismo científico ou mesmo na militância por uma ciência neutra, ela estará sempre mais a serviços dos poderosos e dos ricos, perpetuando as injustiças por mecanismos científicos de controle que ela mesmo produz (Maldaner, 2013, p.114).

Dessa forma, falar de Ciência atrelada à cidadania, é analisar e discutir como foi desenvolvida a Educação Científica na Educação Escolar nas últimas décadas e o que está sendo feito a fim de superar o antigo paradigma científico da racionalidade técnica, quais discussões, desafios e obstáculos ainda se apresentam no Ensino de Ciências atual nos diferentes níveis e modalidades de ensino.

Mas para isso, precisamos definir o que significa a Educação Científica para o exercício da cidadania na contemporaneidade.

2.3 Educação científica para o pleno exercício da cidadania

Segundo Lima e Barboza (2005, p.42) a Ciência pode ser definida “como empreendimento social” pela relação existente entre “Ciência, Tecnologia e Sociedade”. Esse termo foi substituído pela expressão “Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente”, posteriormente, para evidenciar a importância de se pensar numa sociedade sustentável comprometida com a preservação e controle dos recursos naturais e biomas terrestres.

Assim, uma nova Educação para Ciências deve significar: proporcionar a compreensão de como a Ciência e os conhecimentos e aplicações gerados por ela produzem efeitos reais nas relações com o mundo natural, com o mundo humano e entre as pessoas (Lima; Barboza, 2005).

Chassot (2003, p.94) afirma que “o mundo é (existe) independente da ciência. Esta o torna inteligível, e a tecnologia, como aplicação da ciência, modifica esse mundo [...]” com isso salienta a importância de uma educação científica voltada para a transformação social com cidadãos críticos e cientificamente conscientes, que sejam capazes de uma leitura de mundo facilitada a fim de tecer previsões, consequências, alcances, intervenções “na defesa da exigência de com a ciência melhorarmos a vida no planeta, e não torná-la mais perigosa, como ocorre, às vezes, com maus usos de algumas tecnologias” (Chassot, 2003, p. 94).

Considerar uma Educação Científica segundo esse novo paradigma científico atrelado à cidadania é reconhecer que o conhecimento científico é socialmente construído e historicamente compartilhado, validado, modificado e ainda “como conhecimento público, é construído e comunicado através da cultura e das instituições sociais da ciência” (Driver *et al*, 1999, p. 32).

Ou seja, isso implica numa Educação Científica que considere a existência de diferentes saberes na sociedade, com diferentes características que os diferenciam, e que irão se apresentar na prática educativa, sendo necessário diferenciá-los e possibilitar o acesso à cultura científica, ao pensamento científico, pois “incluir um modelo científico no currículo não se restringe à utilidade dele, mas também ao papel cultural que desempenha” (Lima; Barboza, 2005, p. 41).

Portanto, a Educação Científica atual deve contemplar tanto uma alfabetização científica (Chassot, 2003) ao desenvolver o domínio da linguagem científica para a compreensão de assuntos científicos e expressão de opiniões acerca deles pelo estudante; como desenvolver o letramento científico (Mortimer; Machado; Romanelli, 2000), ou seja, a capacidade do estudante de pensar cientificamente associada à aplicação desse conhecimento na prática social.

2.4 A trajetória percorrida até a perspectiva sócio-histórica da Educação Científica

Essa perspectiva contemporânea de Educação Científica é recente, como já mencionado neste trabalho, tanto no Brasil como no mundo, e ela é fruto de um longo e extenso processo de pesquisas, debates e transformações de paradigmas tanto na Educação, na Psicologia quanto no campo da Sociologia e Filosofia da

Ciência, promovidos entre os diversos integrantes da comunidade científica internacional e nacional.

No texto do documento da Base Nacional Curricular Comum - BNCC (Brasil, 2018), assim como em outros documentos oficiais, a Educação Científica está atrelada à contextualização social, cultural, ambiental e histórica das sociedades humanas tanto em prol da resolução de problemas cotidianos como na compreensão das diferentes cosmovisões existentes no mundo, conjuntamente, no entendimento das diferenças de parâmetros teórico-metodológicos que o conhecimento científico possui em relação a outros saberes de povos e comunidades tradicionais e do senso comum.

Muitas pesquisas em Ensino e, especificamente em Ensino de Ciências foram produzidas no Brasil, por volta da década de 70, a partir do paradigma construtivista piagetiano, para compreender como se dava o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, considerando os seus processos cognitivos.

Esse movimento contribuiu finalmente para atrair à pesquisa em Ensino de Ciências para a realidade das salas de aula e compreender as necessidades dos professores e das demandas específicas do ensino de conteúdos de Ciências (Gondim; Mendes, 2007).

Essa linha de pesquisa identificou o que denominaram como “concepções alternativas dos estudantes” buscando compreender seus esquemas mentais internos e pessoais no processo de aprendizagem de determinados conceitos, a partir de suas ideias prévias.

As concepções alternativas podem persistir por anos mesmo após a instrução formal, pois demonstram coerência interna ao serem utilizadas, ainda que implicitamente, em diversas situações, como também podem ser generalizadas, já que são ideias compartilhadas em grupos de pessoas diversas.

Gondim e Mendes (2007) admitem a importância de conhecer as ideias prévias dos estudantes no desenvolvimento de metodologias e estratégias de ensino para um protagonismo estudantil que alcance uma evolução de conceitos e potencialização “do entendimento das concepções cientificamente aceitas”.

Segundo a perspectiva piagetiana, a aprendizagem ocorre “através do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento e as ideias prévias dos

estudantes desempenham um papel fundamental no processo de aprendizagem” (Gondim; Mendes, 2007).

Driver *et al* (1999) explica que essa construção do conhecimento de forma ativa ocorre por meio de vivências empíricas que provoquem conflitos cognitivos de estímulo ao desenvolvimento de novos esquemas mentais pelo aprendiz que após reequilibrações sucessivas, adotará um esquema mental aprimorado que sustenta uma concepção conceitual cientificamente mais adequada.

Logo, pela linha pedagógica piagetiana, a aprendizagem é entendida pelo processo de mudança conceitual, cabendo à Educação Escolar promover experiências físicas/ concretas que estimulem essas situações de conflitos cognitivos.

Essa perspectiva envolve a valorização dos fatores biológicos no desenvolvimento mental, em que considera o processo de adaptação (assimilação e acomodação) do organismo humano mediante interação com meio físico resultando numa maturação biológica e intelectual.

Dessa forma, é enfatizada a presença de um desenvolvimento biológico das estruturas cognitivas, comum a todos os seres humanos, o qual é dividido em fases distintas, de acordo com a idade biológica, que culminam em formas específicas de aprendizagem.

No entanto, os mesmos autores (Gondim; Mendes, 2007; Driver *et al*, 1999) argumentam que essa abordagem desconsidera a pluralidade de saberes e suas diferentes estruturas ontológicas com a possibilidade de coexistência entre eles, logo, ignora a existência de esquemas conceituais plurais. Além disso, não levam em conta que mesmo as concepções científicas podem possuir perspectivas e entendimentos diferentes sobre um mesmo fenômeno da realidade.

Adicionalmente, eles percebem que as convenções, as realidades simbólicas e representativas e as ferramentas culturais oriundas da cultura científica são negligenciadas nessa perspectiva piagetiana, já que não é possível acessá-las individualmente de forma empírica, sem a mediação de um professor.

[...] as interações dos aprendizes com as realidades simbólicas, com as ferramentas culturais da ciência, não são substancialmente consideradas. Além disso, ao ver a aprendizagem como algo que envolve a substituição de antigos esquemas de conhecimento por novos, essa perspectiva ignora a possibilidade de os indivíduos terem esquemas conceituais plurais, cada um apropriado a contextos sociais específicos. (Os cientistas, afinal, entendem

perfeitamente o que significam frases como “Feche a porta para o frio não entrar”). No lugar de reequilibrações sucessivas, argumenta-se que a aprendizagem pode ser mais bem caracterizada por construções paralelas relacionadas a contextos específicos (Solomon, 1983). A noção de ‘perfil epistemológico’ de Bachelard (1940/1968) pode ser útil aqui. Em vez de construir uma única e poderosa idéia, os indivíduos podem apresentar maneiras diferentes de pensar [...] Por exemplo, uma visão contínua da matéria é normalmente adequada para lidar com as propriedades e o comportamento das substâncias sólidas na vida cotidiana. [...] [Mas] uma visão quântica da matéria é epistemologicamente e ontologicamente diferente de uma visão atomista, e ambas são diferentes de um modelo contínuo. (Driver; Asoko; Leach; Mortimer; Scott, 1999, p. 34).

Maldaner (2013) destaca que esses modelos pedagógicos centrados no indivíduo, se preocupam apenas com a construção dos conceitos cientificamente aceitos, e desconsidera a interação social e os processos de construção coletiva e colaborativa dos conhecimentos, inclusive da cultura científica, o que acaba reforçando tanto o individualismo tão impregnado em nossa cultura ocidental e como o paradigma cientificista da Ciência sob os demais saberes, que tanto se quer superar.

Há a necessidade de termos preocupações que se projetem para fora das salas de aula, se dirijam a questões como diversidade cultural, relações de poder, contexto social de produção, subjetividade, transformação social e melhoria da qualidade de vida e reafirmem os princípios de igualdade, liberdade, participação, solidariedade humana, democracia, etc. (Maldaner, 2013, p. 153)

Por isso, os pesquisadores de Ensino de Ciências da atualidade (Driver *et al*, 1999), (Lima; Barboza, 2005), (Maldaner, 2013), defendem uma perspectiva sócio construtivista dos processos de ensino-aprendizagem, ou ainda, segundo a Pedagogia, a adoção de uma tendência histórico-cultural a partir das concepções de Vigotski e teóricos equivalentes.

Diferentemente do entendimento piagetiano, o conhecimento, seja ele qual for, não surge de elaborações mentais espontâneas ou imediatas diante do conflito cognitivo gerado no embate entre ideias individuais e àquelas ideias correntes do meio social em que o indivíduo se insere.

O desenvolvimento cognitivo está sujeito ao ambiente social e cultural em que o aprendiz se encontra, e não segue uma única via, as estruturas cognitivas individuais se modificam e derivam de uma aprendizagem a partir das relações sociais do sujeito.

Vale destacar a concepção de Vigotski acerca de cultura:

[Ele] não concebe cultura (expressa na vida social) como algo pronto, mas como um processo dinâmico, onde cada sujeito é ativo e onde acontece a interação entre o mundo cultural e o mundo subjetivo de cada um (Meier; Garcia, 2011, p. 65).

Segundo Meier e Garcia (2011), a perspectiva vigotskiana ultrapassa os limites do organismo (maturação biológica) e empreende esforços para compreender como esses processos maturacionais se entrelaçam aos processos culturalmente determinados para produzir as funções psicológicas superiores do ser humano (àquelas atividades complexas como memória, consciência, reflexão, pensamento, fala, atenção, etc).

É claro que o indivíduo fará suas próprias elaborações mentais, no entanto, não como um processo de interpretação pessoal espontâneo/ imediato a partir de suas experiências individuais com o mundo externo, de forma a limitar o desenvolvimento cognitivo aos aspectos biológicos e aos sentidos.

Ele fará suas próprias elaborações por meio de um processo complexo de mediação cultural, por meio de signos, símbolos e de outros instrumentos simbólicos, frutos da interação social e do ambiente que o cerca.

A linguagem, como um instrumento simbólico inerente a todos os grupos humanos, é um elemento essencial dentro do pensamento de Vigotski já que, para ele, o conhecimento é construído primeiramente na forma intersubjetiva e, só depois, intrasubjetivamente, como Meier e Garcia (2011) explicam e Maldaner (2013) acrescenta:

Ao longo da história da espécie humana - onde o surgimento do trabalho possibilitou o desenvolvimento da atividade coletiva, das relações sociais e do uso de instrumentos - as representações da realidade têm se articulado em sistemas simbólicos. [Esses], particularmente a linguagem, exercem um papel fundamental na comunicação entre os indivíduos e no estabelecimento de significados compartilhados que permitem apropriações dos objetos, eventos e situações do mundo real (Meier; Garcia, 2011, p. 58).

Pelo o outro, a criança entra em contato com o mundo e se desenvolve como indivíduo na interface do individual e do social. A formação das ideias ou dos primeiros conceitos ou, ainda, os conceitos do cotidiano são mediados sempre na interação com os outros. As ideias e concepções, embora sejam reelaboradas na mente dos próprios indivíduos, têm significados que, de alguma forma, refletem as vivências e significações culturais do meio em que os sujeitos estão envolvidos desde o início (Maldaner, 2013, p. 149).

Tanto Meier e Garcia (2011) como Maldaner (2013), Driver *et al* (1999) e Lima, Silva e Fernandes (2019) evidenciam a correlação entre linguagem e

pensamento, e segundo Vigotski, é com o surgimento da fala (em média aos dois anos de idade) que esses dois estágios do desenvolvimento cognitivo humano se cruzam.

Nesse contexto, a fala é compreendida como o pensamento verbalizado, e intrínseco ao ser humano que o difere de outros animais, pois é capaz de estabelecer relações entre fatos e acontecimentos por intermédio da palavra, sem necessariamente precisar ser provocado imediatamente pelos sentidos.

Assim, do pensamento verbal, há algumas classes de conceitos, como os conceitos cotidianos e os conceitos científicos que são adquiridos a partir da interação com o outro, mas a origem e o desenvolvimento de cada um seguem percursos diferentes.

Driver *et al* (1999) destaca as diferenças entre os conhecimentos cotidianos (ou as formas de senso comum de explicar os fenômenos da realidade) e os conhecimentos científicos. As entidades ontológicas que constituem o conhecimento científico diferem daquelas do senso comum.

O senso comum tende a ser um conhecimento tácito, informal, não pretende ter regras explícitas, é pautado nas experiências, vivências, na prática, pois é caracterizado por seu raciocínio pragmático, e ainda que possa apresentar certa complexidade, ele é direcionado à utilidade e para fins específicos podendo ser perfeitamente adequado para orientar ações do dia a dia das pessoas.

[...] as idéias informais não são apenas visões pessoais do mundo, mas refletem uma visão comum, representada por uma linguagem compartilhada. Essa visão compartilhada constitui o 'senso comum', uma forma socialmente construída de descrever e explicar o mundo (Driver *et al*, 1999, p. 35).

Já o conhecimento científico, ainda que o conhecimento tácito tenha seu lugar, se caracteriza como um conhecimento explícito, expresso em uma linguagem formal e que exige uma formulação explícita de teorias que possam ser comunicadas e inspecionadas por seus pares a partir de evidências.

A construção desse conhecimento envolve um processo de participação, discussão, análises, debates e consensos dentro da comunidade científica representada por suas instituições e seus cientistas, já que a finalidade da busca científica orienta para a construção de um quadro geral, um modelo coerente do

mundo, que não pode ser suprido por modelos ocasionais, pois se compromete com construções de modelos com maior generalização e escopo.

O fato é que, mesmo em domínios relativamente simples da ciência, os conceitos usados para descrever e modelar o domínio não são revelados de maneira óbvia pela leitura do 'livro da natureza'. Ao contrário, esses conceitos são construções que foram inventadas e impostas sobre os fenômenos para interpretá-los e explicá-los, muitas vezes como resultado de grandes esforços intelectuais. (Driver; Asoko; Leach; Mortimer; Scott, 1999, p. 32).

É imprescindível compreender que adentrar na comunidade científica e nas suas práticas discursivas não significa abandonar o senso comum, ele pode continuar sendo utilizado na comunicação dentro dos contextos sociais apropriados.

Maldaner (2013, p. 149) destaca a possibilidade de interação entre esses tipos de conhecimento: “os conceitos científicos se enriquecem de vivência e concretude, indo ao encontro dos conceitos cotidianos, e estes se organizam, adquirindo novos significados, mais generalizantes, menos “pregados” na vivência”.

Considerando essas diferenças e a possibilidade de coexistência de formas de conhecimentos diferentes, Driver *et al* (1999) afirma que o desenvolvimento cognitivo não se trata de ampliar conhecimentos ou de desenvolver e organizar o raciocínio do senso comum dos jovens, tal qual a pedagogia construtivista piagetiana faz por não considerar as diferenças ontológicas existentes entre esses tipos de conhecimento no processo de ensino-aprendizagem.

Nessa abordagem, são necessários instrumentos próprios da escola para induzir a esse tipo de percepção generalizante do conhecimento científico e fomentar o desenvolvimento de processos psicológicos complexos, como acrescentaria Vigostski, o que desencadearia na conscientização dos aprendizes dos seus próprios processos mentais.

Assim, nesta perspectiva sócio-histórica, a Educação Escolar e, especificamente o Ensino de Ciências, exige um olhar além daquele apresentado pelo movimento das concepções alternativas sobre o processo de ensino-aprendizagem.

Não basta identificar as ideias manifestadas pelos estudantes em sua origem social, compará-las com as concepções científicas e promover vivências para a mudança conceitual dos estudantes, a perspectiva sócio-cultural “reconhece que a

aprendizagem envolve a introdução em um mundo simbólico [...] por meio dos seus membros mais experientes” (Driver *et al*, 1999, p. 34).

É essencial investigar o porquê das explicações próprias das Ciências para fenômenos comuns da realidade não fazerem parte do contexto cultural desses estudantes, ainda que os bens tecnológicos façam parte do seu cotidiano, ao contrário da base científica por detrás da construção desses bens que não faz parte dessa cultura, mesmo em casos de alta escolarização e no mundo digital em que vivemos (Maldaner, 2013).

Maldaner (2013, p.152) aponta que a comunidade científica ainda produz Ciência para dentro dela, mas os produtos oriundos são majoritariamente destinados para fora dela, sem proporcionar o que ele chama de segunda ruptura epistemológica necessária entre senso comum e conhecimento científico que geraria uma nova configuração de conhecimentos: “que, sendo prática, não deixe de ser esclarecida e, sendo sábia, não deixe de estar democraticamente distribuída.”

E ainda, há o desafio de construir um saber escolar, estruturado e expresso formalmente nos currículos escolares e metodologias de ensino, que realize a seleção e a transposição didática adequada dos conhecimentos científicos comprometidos com esse novo paradigma de Ciências e de abordagem pedagógica histórica-cultural.

Segundo Cachapuz (*in* Carvalho, Cachapuz; Gil-Pérez; 2012) uma abordagem pedagógica que dá ênfase a um perfil de currículo orientado academicamente e distante do perfil e da realidade dos estudantes, prejudica a aprendizagem já que muitos conceitos científicos além de envolver processos mentais mais complexos envolve o pensar contra o senso comum.

Se as representações cotidianas de certos fenômenos naturais forem muito diferentes das representações científicas, a aprendizagem acaba sendo difícil. [...] Para que os alunos adotem formas científicas de conhecer, é essencial que haja intervenção e negociação com uma autoridade, normalmente o professor. Nesse aspecto, o ponto crítico é a natureza do processo dialógico. O papel do professor, como autoridade, possui dois componentes importantes. O primeiro deles é introduzir novas idéias ou ferramentas culturais onde for necessário e fornecer apoio e orientação aos estudantes a fim de que eles próprios possam dar sentido a essas idéias. O outro é ouvir e diagnosticar as maneiras como as atividades instrucionais estão sendo interpretadas, a fim de subsidiar as próximas ações. O ensino visto nessa perspectiva é, portanto, também um processo de aprendizagem para o professor (Driver *et al*, 1999, p. 39).

O fato é que as práticas científicas e educacionais ainda derivam hegemonicamente de uma racionalidade técnica, do antigo paradigma que, por um lado, marginaliza outros saberes/conhecimentos e, por outro lado, reforça a não apropriação da cultura científica pela sociedade.

A vida inclui, para muitos, o acesso ao curso superior e às carreiras ditas científicas, mas com certeza é muito mais que isso. **Aprender Ciências está para além do aprendizado do que se consagrou chamar de conteúdos escolares:** envolve uma compreensão sobre a Ciência como produto social, suas formas de inquirir o mundo e de validar os conhecimentos produzidos, bem como sobre os interesses envolvidos (APEC, 2003 *apud* Lima; Barboza, 2005, p. 40, grifo nosso).

A parte difícil desse processo de ensino-aprendizagem tanto para os estudantes como para os professores é que ainda não há nenhum sistema educativo que tenha conseguido solucionar a tensão entre aprendizagem *da* Ciência e a aprendizagem *sobre* a Ciência.

Mas o percurso para achar respostas passa pelo questionamento do “*para que*” e do “*para quem*” ensinar Ciências, a partir de uma aprendizagem das Ciências como construção social do conhecimento e não como atividade individual.

Dentre as propostas, Chassot (2003) considera que a alfabetização científica como uma das dimensões da linguagem humana possibilita o surgimento de alternativas que privilegiam essa Educação comprometida com as relações CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) a fim de garantir que as aprendizagens sejam úteis e que os saberes escolares construídos e desenvolvidos no Ensino de Ciências estejam comprometidos tanto com os aspectos científicos mais remotos e abstratos quanto com a dimensão tecnológica, mais prática e aplicável (Lima; Barboza, 2005).

Além disso, sob a perspectiva do letramento científico, a construção de currículos orientados para a resolução de problemas (e não apenas na memorização e aprendizado de conceitos) valorizam a interdisciplinaridade, a contextualização com a vida cotidiana dos aprendizes assim como os seus conhecimentos prévios, além de estimular a aplicação desses conhecimentos na prática social.

Por fim, para que os alunos acessem efetivamente o conhecimento científico, é necessário que o aprendizado vá além da investigação empírica pessoal, incorporando conceitos e, principalmente, os modelos da ciência, seus domínios e

alcances, sua aplicabilidade e suas limitações, por isso, a intervenção do professor é crucial nesse processo.

O papel do professor, segundo Driver *et al* (1999, p.34), consiste em “fornecer evidências experimentais apropriadas” e “disponibilizar as ferramentas e convenções culturais da comunidade científica”. O desafio está em promover essa socialização na perspectiva crítica de Ciência como uma das formas de conhecimento, de forma eficaz na rotina escolar, especialmente quando os modelos científicos apresentados entram em conflito com o conhecimento prévio dos alunos.

Daí a importância em se falar na formação inicial e continuada de professores de Ensino de Ciências, especialmente, nas áreas de Biologia, Química, Física, e Matemática em que o antigo programa educacional positivista ainda exerce forte influência, perpetuando a ideia de hierarquia e fragmentação dentro das próprias Ciências.

Esse modelo sustenta que as Ciências “Exatas” ou “*hard*” possuem maior relevância e complexidade, sendo consideradas mais rigorosas e verdadeiras em comparação com outras áreas do conhecimento consideradas “*soft*”, como Chassot (2003) critica, o que contribui para uma visão limitada e segmentada do saber científico.

Considerando o exposto nos capítulos anteriores, finalmente trataremos no próximo capítulo do Ensino de Química, dos desafios na formação inicial de um profissional comprometido com essa abordagem sócio-cultural, incluindo o caso do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Brasília do *Campus* Gama, além de compreender a teoria da modelagem dentro do Ensino de Química e suas contribuições no processo de ensino-aprendizagem.

CAPÍTULO 3: É FUNDAMENTAL ROMPER COM O ATUAL ENSINO TRADICIONAL DE QUÍMICA

É fundamental romper com o atual Ensino tradicional de Química, baseado naquele programa educacional positivista, seja na Educação Básica seja na Educação Superior, pois é exigida uma postura de comprometimento das instituições de nível superior, especialmente daqueles que formam professores, com a *práxis* pedagógica e a reforma educacional no país.

Segundo Schnetzler (*in* Maldaner, 2013), há ainda no imaginário de muitos grupos e setores da sociedade como: autoridades governamentais, representantes políticos, parcela da comunidade acadêmica dos cursos de formação inicial de professores de química, da comunidade escolar e da população, a persistência de uma “antiga problemática marca na nossa formação docente em Química de que ensinar é fácil: basta saber o conteúdo e usar umas técnicas pedagógicas” (Schnetzler *in* Maldaner, 2013, p.14).

Além de ingênua, porque não explicita o significado daquele saber, tal concepção é usualmente reforçada junto aos futuros professores de Química por seus formadores. Afinal, é o jeito mais fácil e rápido de cumprir a tarefa de “passar” ou transmitir uma grande quantidade de conteúdo, de forma geralmente semelhante àquela apresentada em livros didáticos. Além disso, é mais segura também, porque o professor continua dono do tempo, do diálogo, das perguntas e das interações em sala de aula (Schnetzler *in* Maldaner, 2013, p. 14).

Essa visão limitada de Ensino Escolar corrobora uma visão limitada da Docência, tendo a função e finalidade do professor tão simbolicamente resumidas no jargão popular “só dar aulas”. Considerar a Docência como trabalho informal, é uma das sequelas deixadas pelo modelo educacional anterior, que precisa ser profundamente transformado.

Chassot (2003) contribui para esse debate ao destacar que a globalização e, aqui incluímos o avanço das tecnologias integradas a dispositivos domésticos, “*Internet* das coisas”, do ambiente virtual das redes sociais e de aprendizagens e a popularização das Inteligências Artificiais (IAs) ao consumidor comum, desempenhou uma inversão no fluxo do conhecimento, não é a escola e nem o professor os centros referenciais e detentores do saber.

Se antes, a escola quem “levava” o conhecimento para a comunidade, agora é o mundo exterior que adentra a escola, as salas de aula, os currículos. A escola,

segundo Chassot (2003), pode não ter mudado (como a realidade educacional da grande maioria das escolas brasileiras demonstram), mas ela foi mudada e isso significa que requer profundas transformações, segundo um novo paradigma de Educação como discutido no capítulo anterior, e o autor esclarece:

Não há, evidentemente, a necessidade (nem a possibilidade) de fazermos uma reconversão. Todavia, é permitido reivindicar para a escola um papel mais atuante na disseminação do conhecimento. Sonhadoramente, podemos pensar a escola sendo pólo de disseminação de informações privilegiadas (Chassot, 2003, p. 90).

As instituições de cursos superiores estão sob o mesmo contexto educacional das escolas de Educação Básica no que se refere a melhorar a qualidade da Educação ofertada em seu nível de ensino.

Isso se estende às instituições responsáveis pela formação de professores, que também possuem a responsabilidade de participar colaborativamente com as transformações na Educação Básica no país promovendo uma transformação do Ensino Superior tanto nos cursos de Licenciaturas, nos programas de formação continuada e na pós-graduação como nas atividades de pesquisa e extensão acadêmicas relacionadas à Educação.

3.1 Da formação inicial e continuada de professores de Química

Sabe-se que nos cursos de Licenciatura, as atividades de ensino ocupam considerável parcela da carga horária dos professores universitários e dos currículos dos cursos. A autora Schnetzler (*in* Maldaner, 2013) constata a preferência desses formadores a dedicar-se às atividades de pesquisa científica, todavia daquelas voltadas à sua formação específica, no caso, da Química em detrimento da pesquisa na área educacional.

Para a autora, isso causa o que ela chama de “divórcio entre investigação e docência, e suas consequências [são] traduzidas, geralmente, na baixa qualidade de ensino” (Schnetzler *in* Maldaner, 2013, p.14).

Chassot (2003), quando considera a Ciência como linguagem humana, explica esse confronto entre as áreas da Ciência pelas relações de interesses e poder, também existentes no meio acadêmico e verifica

o quanto a divisão em ciências naturais e ciências humanas parece inadequada, pois a química, a física, a biologia e mesmo a matemática são

também ciências humanas, porque são constructos estabelecidos pelos humanos. Lateralmente ainda, vale referir também o quanto a divisão em ciências *hard* e ciências *soft* é uma classificação no mínimo enviesada e, muito provavelmente, de autoria de um assim chamado cientista *hard*. (Chassot, 2003, p.92)

Quando se busca entender o porquê da contestação que cientistas, especialmente os (auto)denominados *hard*, fazem, por exemplo, àqueles que buscam uma leitura da ciência em dimensões menos positivistas, podemos entender o que Barthes diz da linguagem e ver também a ciência, ou seus autores canônicos ou mais ortodoxos, exercendo dominação: *obrigando a dizer ou a fazer*.

Há duas dimensões que demandam estudos e investigações: a primeira, o quanto o conhecimento científico é uma instância privilegiada de relações de poder e esse conhecimento, como patrimônio mais amplo da humanidade, deve ser socializado; a segunda, o quanto há cada vez mais exigências de que migremos do *esoterismo* ao *exoterismo*, para que se ampliem as possibilidades de acesso à ciência (Chassot, 2003, p.96).

Essa dinâmica reflete na divisão interna dentro do quadro de docentes dessas instituições, em que muitos dos professores dos institutos ou departamentos de Química, delegam às faculdades de Educação atreladas às áreas de Pedagogia, Sociologia, Antropologia, Psicologia, etc, a tarefa de formar professores, desconsiderando que

os conteúdos químicos que ministram precisam ser pedagogicamente transformados, disponibilizando-os para a promoção de aprendizagens dos futuros alunos de seus licenciandos. Em outras palavras, ignoram o que Perrenoud define como “a essência do ensinar”, isto é a transposição didática. Esse conceito implica que a docência necessita integrar o conhecimento acadêmico de Química ao conhecimento pedagógico sobre o processo de ensino. Posto que os licenciandos não poderão ensinar diretamente os conteúdos conforme aprendem nas disciplinas específicas de Química, com quem aprenderão sobre *o que, como e por que* ensinar determinado conteúdo químico nas escolas médias e fundamental? Certamente não será com os pedagogos, pois esses sabem de outras coisas, mas não de Química.

À medida que parece não haver espaço, tempo e nem interesse naquelas disciplinas para transposições didáticas de temas químicos para a escola básica, os licenciandos, logo após se formarem, acabam tornando-se presas fáceis de livros didáticos (Schnetzler *in* Maldaner, 2013, p.14).

A preocupação reside no fato de que essa formação inicial pode não fomentar as reflexões, críticas, contribuições e transformações necessárias a respeito do processo de ensino-aprendizagem no Ensino de Química, que deveriam ser desenvolvidas inicialmente durante a graduação.

Os futuros professores ficam predispostos a perpetuar o mesmo formato fragmentado de Ensino da maioria dos seus professores formadores do Ensino Superior como daqueles que fizeram parte da sua trajetória na Educação Básica.

Agrava-se a isso, a possibilidade desses recém-formados tornarem-se reféns de parâmetros oficiais, livros didáticos, apostilas, enfim, de documentos que deixam de ser norteadores de uma prática pedagógica reflexiva, para serem normas que restringem a autonomia pedagógica do professor em sala de aula.

É importante, no entanto, considerar que as mudanças na prática pedagógica não acontecem por imposição ou apenas porque se deseja. Tornar-se reflexivo/pesquisador requer explicitar, desconstruir e reconstruir concepções, e isso demanda tempo e condições.

Assim, não basta ao professor ter um compromisso social, detectar as deficiências do seu ensino, as necessidades dos seus alunos. É necessário buscar a integração dos conhecimentos teóricos com a ação prática, explicitar os saberes tácitos que a embasam, num contínuo processo de ação-reflexão-ação que precisa ser vivenciado e compartilhado com outros colegas. Requer, por isso, que colegas mais experientes o auxiliem na crítica ao modelo existente e na construção de outros olhares para a aula, para o ensino e para as implicações sociais, econômicas e políticas que permeiam a sua ação educativa. (Schnetzler *in* Maldaner, 2013, p.15).

No instante em que as instituições formadoras possuem essa preocupação central com a formação de professores é possível conquistar avanços e espaços de diálogos dentro dela: entre seus docentes, entre docentes e licenciandos e, se estender através de grupos de pesquisas e atividades de extensão com a inclusão dos professores da Educação Básica em atuação na comunidade local.

Maldaner (2013) defende essa integração e diálogo dos professores do Ensino Superior e futuros professores com os professores da Educação Básica por meio de atividades de ensino, pesquisa e extensão como estratégia de formação inicial e continuada valorizando a importância da pesquisa educacional atrelada à realidade das salas de aula e ao trabalho dos professores em exercício.

[...] o trabalho com os professores em exercício [...] tem o mérito de produzir oportunidades qualificadas de estudo aos professores e de proporcionar a reflexão crítica dos docentes universitários sobre o curso de Graduação que forma os professores. (Maldaner, 2013, p. 24)

Esse movimento de cooperação e colaboração entre docentes universitários e da Educação Básica, considerando principalmente as áreas da Matemática e das Ciências da Natureza, se iniciou há algumas décadas, entre 1970 e 1980, por isso faremos uma breve retomada histórica nos parágrafos seguintes.

Segundo Maldaner (2013), já dentro da mudança de paradigma educacional proporcionado pelo movimento construtivista na Educação, por volta da década de 1970, os professores formadores constataram que as escolas de Educação Básica e seus professores se limitavam a cumprir a transmissão de conteúdos do itinerário

dos livros didáticos à disposição, inclusive com aulas semelhantes às aquelas da universidade centradas na sistematização e numa Ciência constituída (e não construída) das áreas de Física, de Química, de Biologia e de Matemática.

Nesse contexto, permanecia a exigência de uma aprendizagem focada na memorização acrítica dos conteúdos transmitidos pelo professor, mesmo que ele possuísse em sua formação inicial uma “formação pedagógica, de concepção avançada na universidade” (Maldaner, 2013, p.24). Essa complementação pedagógica não os afetava a ponto de transformarem sua prática pedagógica ao concluírem a graduação.

Assim, Maldaner (2013) destaca a contribuição dos primeiros grupos formados por docentes das universidades preocupados com a prática docente em sala de aula distante do que se discutia no meio acadêmico/científico naquele momento.

A princípio, participavam de programas oficiais (importantes promotores e financiadores dessas iniciativas da comunidade acadêmica) para produção de material didático para os professores das escolas, que seriam “treinados” em cursos de 30 a 40 horas, para aplicarem em suas aulas.

Até que, por volta da década de 1980, e a partir de uma nova mudança de paradigma educacional advinda da redemocratização do país, é que o corpo docente das universidades se preocupam em retirar do isolamento e distanciamento entre escola e universidade, os professores das escolas de Educação Básica.

Ao reconhecerem o papel desse profissional desde a Educação Básica como um dos principais agentes colaboradores nas reformas educacionais, houve incentivo à sua integração com o meio acadêmico na pesquisa educacional, não só na produção desses materiais instrucionais, mas na própria reflexão do processo formativo como um todo.

Ainda no contexto da formação dos primeiros grupos de pesquisa em Ensino de Ciências, Maldaner (2013) destaca o Subprograma Educação para a Ciência (SPEC) instituído pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo governo brasileiro na década de 1984 a partir do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico no fomento à Ciência e Tecnologia - PADCT - financiado em parte pelo Banco Mundial, que descentralizou

recursos e apoiou grupos de professores pesquisadores em universidades e escolas do país.

Dessa forma, os primeiros núcleos de pesquisas educacionais na área de Ensino de Ciências e Matemática surgiram e se consolidaram ao longo dos anos, gerando uma sólida produção científica que culminou no surgimento dos primeiros cursos de Mestrado e Doutorado nas instituições superiores na área de Ensino de Ciências e de Matemática.

Assim, desde aquela época, programas semelhantes foram surgindo e se difundindo a partir da gestão compartilhada entre o Estado brasileiro, em suas instâncias federal, estadual e municipal, com as escolas e as instituições de Ensino Superior visando a criação de políticas públicas e esforços para estimular estratégias formativas na formação inicial e continuada de professores de Ciências e Matemática.

Considerando o histórico exposto, a formação continuada de professores de Química desses programas não devem ser confundidos com os chamados cursos de “reciclagem”, de treinamento ou de atualização, que surgiram dentro da lógica neoliberal e persistem na realidade escolar brasileira.

Com uma abordagem superficial e descontextualizada da realidade escolar e do trabalho pedagógico dos professores, esses cursos de atualização não apresentam uma estrutura de acompanhamento para continuidade e consolidação do aprendizado, podendo apresentar tanto uma carga horária insuficiente como uma carga exaustiva se considerarmos a jornada de trabalho diária dos professores.

E, ainda, o forte caráter técnico na promoção de uma ferramenta ou metodologia específica, sem o devido aprofundamento crítico-reflexivo, reforça um Ensino mecânico que, por vezes, impõe uma hierarquia de conteúdos, além de desconsiderar a experiência do docente em sala de aula.

Para Schnetzler e Maldaner (2013), a formação inicial e continuada necessitam caminhar juntas e em prol das transformações no Ensino Superior e na Educação Básica. Por isso, os seguintes aspectos gerais, que colaboram na estruturação dessa formação de professores de Química, devem ser considerados:

a complexidade, a reflexão e a investigação da prática pedagógica como constitutivas do desenvolvimento e da autonomia profissionais do professor;
a necessidade da criação de espaços coletivos, no contexto escolar, para produção da pesquisa do e no ensino;

a importância da constituição de parcerias colaborativas entre professores e formadores de professores na produção daquela pesquisa. (Schnetzler *in* Maldaner, 2013, p. 13)

o compromisso das escolas com a formação continuada de seus professores e com a formação de novos docentes compartilhando os seus espaços de conquistas; o apoio institucional e de autoridades educacionais locais às ações planejadas e executadas conjuntamente; o apoio financeiro para a melhoria das condições materiais das escolas e de estudo dos professores, como aquele proporcionado pelo Spec em nosso âmbito de atuação durante muitos anos, as ações coletivas no âmbito de todas as licenciaturas de uma instituição, incluindo o curso de Pedagogia (Maldaner, 2013 p. 25).

Portanto, é fundamental a continuidade e o investimento do Estado em programas semelhantes. Atualmente, existem exemplos como o Programa de Residência Pedagógica e o Programa de Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) da fundação estatal Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

Esses programas colaboram na formação inicial e continuada de professores ao estabelecer formas de cooperação entre licenciandos e professores em exercício na Educação Básica a fim de promover o diálogo entre Escola e Instituições Superiores integrando Ensino, Pesquisa e Extensão com vistas às reformas educacionais brasileiras na construção da identidade profissional de um professor pesquisador.

Assim, no tópico seguinte, apresentamos um panorama geral do curso de Licenciatura em Química do IFB *Campus* Gama segundo o projeto pedagógico do curso atual considerando as alterações sofridas desde o início do curso.

3.2 Do curso de Licenciatura em Química do IFB Campus Gama

A oferta do curso de Licenciatura em Química foi autorizada pelo Conselho Superior do Instituto Federal de Brasília, em 2012, pela resolução de nº 001-2012/CS/IFB pelo presidente do Conselho e reitor, na época, Wilson Conciani, na região administrativa do Gama em Brasília (Distrito Federal).

O curso iniciou juntamente com a inauguração do IFB *Campus* Gama em sede provisória na região Central do Gama e, somente no início de 2014, ocorreu a inauguração da sede definitiva, onde o *campus* se localiza desde então.

O primeiro plano de curso (2011) da Licenciatura em Química apresentado ao Conselho Superior do IFB computava 3200 horas/relógio distribuídas em 8 períodos letivos (4 anos), na forma presencial, com oferta de 40 vagas para os turnos Matutino e Noturno. Sendo o pré-requisito a conclusão do Ensino Médio e o ingresso semestralmente pela nota do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) via editais institucionais.

O objetivo geral do curso permanece o mesmo desde então:

Formar professores com amplo domínio teórico e experimental do conteúdo específico de Química e da práxis pedagógica, criando profissionais reflexivos, competentes e críticos, capazes de promover o conhecimento científico e a disseminação da ciência (IFB, 2020, p. 9).

As Práticas de Ensino totalizavam 467 horas/relógio, os estágios supervisionados obrigatórios, 400 horas e, as atividades complementares (acadêmico-científico-cultural) perfaziam 200 horas.

Inicialmente, a matriz curricular não previa aulas de Laboratório de Química, o que foi corrigido nas matrizes curriculares seguintes e adotadas pelos antigos alunos à medida que iam ingressando nos semestres seguintes, legalmente, alterações realizadas ano a ano, daí então surgiram os seguintes planos de curso: 2013, 2014, 2017 e 2020 (plano vigente).

Durante as alterações na estrutura curricular, alguns aspectos podem ser destacados já a partir da Matriz curricular de 2013: o curso passava a ter 3120 horas/ relógio com redução da carga horária, por exemplo, das Práticas de Ensino, de 467 horas para 400 horas; entrada anual no curso e divisão das vagas para ingresso via ENEM (de até 3 anos anteriores ao processo seletivo) e via SISU (Sistema de Seleção Unificada) que utilizaria a nota do ENEM vigente.

Já em 2014, o plano de curso passava a ter 3127,5 horas/relógio e houve exclusão de turno ofertado: o turno noturno foi descontinuado à medida que os alunos se formavam ou migravam para o turno matutino que continuaria sendo ofertado aos novos ingressantes anualmente.

Essas mudanças visavam conseguir distribuir a carga horária das componentes curriculares do curso entre os professores disponíveis sem sobrecarregá-los, já que no IFB, a carga horária de trabalho de cada professor não é exclusiva das atividades de Ensino, mas distribuída considerando as atividades de

Pesquisa e Extensão, além do próprio horário para coordenação das atividades docente e atendimento ao aluno.

Atualmente, na matriz vigente (2020), que já está sendo revisada e atualizada para novos ingressantes em 2025, possui 3290 horas/relógio, mantém a entrada anual, mas agora via SISU e no período Diurno, distribuindo a carga horária do curso nos turnos Matutino e Vespertino.

O fluxograma das componentes curriculares da matriz atual (2020) pode ser verificado na Figura 1 abaixo. Em destaque de amarelo, as componentes curriculares que já existiam, mas que foram divididas e tiveram suas cargas horárias redistribuídas ou aumentadas. Já àquelas em azul, são as componentes curriculares adicionadas ao plano de curso, se considerarmos principalmente a matriz de 2014, que muitos dos estudantes que entraram nos anos iniciais foram migrando no decorrer do curso até a Matriz de 2017.

Um exemplo dessa redistribuição pode ser verificado na área de Física: antes a Física Geral 1 e 2, na matriz de 2014, condensava os conteúdos referentes à Física Geral 1, 2, 3 e 4 de cursos semelhantes de outras universidades públicas em dois semestres de curso. A divisão em três componentes teóricas veio como forma de dividir o conteúdo dentro da grade curricular do curso para não sobrecarregar professores e estudantes.

Semelhantemente, ocorreu com a frente de Química Analítica Quantitativa e Qualitativa e Álgebra Linear e Equações Diferenciais.

Figura 1 - Fluxograma do curso de Licenciatura em Química/ IFB - 2020

1º Semestre	2º Semestre	3º Semestre	4º Semestre	5º Semestre	6º Semestre	7º Semestre	8º Semestre
Química Geral I	Química Geral II	Química Inorgânica II	Laboratório de Química Inorgânica	Química Orgânica I	Química Orgânica II	Laboratório de Análises Instrumentais	Laboratório de Química Orgânica
Pré-Cálculo	Química Inorgânica I	Cálculo com Geometria Analítica II	Equações Diferenciais	Físico-Química I	Físico-Química II	Espectroscopia Orgânica	Estágio Supervisionado IV
Estrutura e Funcionamento da Educação brasileira	Cálculo com Geometria Analítica I	Física Geral I	Física Geral II	Laboratório de Química Analítica	Análises Instrumentais	Bioquímica	Prática de Ensino VII
Educação, Cultura e Sociedade	Prática de Ensino I	Prática de Ensino II	Química Analítica Quantitativa	Prática de Ensino IV	Prática de Ensino V	Prática de Ensino VI	Laboratório de Físico-Química
Língua Portuguesa	História da Educação	Psicologia da Educação	Organização do Trabalho Pedagógico	Física Geral III	Física Geral Experimental	Projeto de Pesquisa	Trabalho Conclusão Curso
Laboratório de Química Geral I	Metodologia do Trabalho Científico	Química Analítica Qualitativa	Prática de Ensino III	Estágio Supervisionado I	Estágio Supervisionado II	Estágio Supervisionado III	Optativa II
	Laboratório de Química Geral II	Álgebra Linear				Libras	
						Optativa I	

Fonte: IFB, 2020, p.28.

A maioria das alterações contidas na matriz atual são oriundas da matriz de 2017, com a inclusão de matérias específicas da área de Química (Espectroscopia Orgânica e Laboratório de Análises Instrumentais); mais disciplinas práticas de Laboratório de Química (surge o Laboratório de Química Geral 1 e 2, antes somente um Laboratório de Química Geral no 2º período do curso); inclusão de matérias optativas obrigatórias; reestruturação do que seria as Práticas de Ensino que nas matrizes iniciais, focava em “como ensinar” 1ª, 2ª e 3ª séries do Ensino Médio.

Na época, havia uma comoção entre a maioria do corpo docente do curso de favorecer um currículo de Licenciatura em Química que permitisse aos egressos possuir mais atribuições semelhantes aos dos Bacharéis de Química pelo Conselho Regional de Química (CRQ), para atuarem como responsáveis técnicos em indústrias e empresas afins.

Uma das justificativas para isso foi estimular o ingresso e a permanência do estudante interessado no curso ofertado pela instituição, considerando a baixa procura por cursos nas áreas de “Exatas” no Ensino Superior em geral.

Esse incentivo é frequentemente embasado no argumento de que o profissional formado nessa área dispõe de amplas possibilidades de atuação no mercado de trabalho. Contudo, a forma como essa justificativa é incorporada à matriz curricular e às práticas pedagógicas frequentemente reforça uma perspectiva voltada à “bacharelização” do curso, em detrimento do enfoque na formação docente, comprometendo os objetivos propostos para a Licenciatura.

Nesse contexto, vale destacar a contribuição de um dos professores da instituição, e orientador deste trabalho, que desde o início sempre se mostrou crítico a isso, assim como os professores das áreas pedagógicas, que juntos promoveram diversas reflexões e questionamentos com os licenciandos, estabelecendo um diálogo muito aberto e sincero de contraponto a tal perspectiva.

Inclusive, em 2016, um grupo de licenciandas, incluindo a autora deste trabalho que coordenou o grupo com a orientação do professor mencionado, submeteu uma proposta de evento acadêmico ao edital interno do IFB *Campus* Gama de Programas de Incentivo à Cultura, Esporte e Lazer discente. Segundo o site oficial do evento EFDQ e site do IFB:

A proposta do evento surgiu da necessidade de abrir espaços além da sala de aula para diálogo e discussões das diversas temáticas do Ensino de

Ciências em Química no contexto do curso de Licenciatura em Química oferecido no IFB *Campus Gama* (IFB *Campus Gama*, 2016).

Foi concebida e organizada por seis estudantes do curso de Licenciatura em Química da instituição [...] (EFDQ, 2016).

Outra colaboração que o referido professor realizou foi quanto à reestruturação dos conteúdos das Práticas de Ensino.

Antes as Práticas de Ensino divididas em 6 ou 7 componentes curriculares a depender da matriz, tinham conteúdos vinculados aos níveis e modalidade de Ensino, por exemplo: a Prática de Ensino 2 trataria de como ensinar Química na 1ª série do Ensino Médio, a outra seria sobre como ensinar Química para EJA.

Essa organização focava na reprodução das mesmas estruturas de ensino e de metodologias, numa discussão rasa sobre os aspectos do Ensino de Ciências e de Química e da necessidade de reformas educacionais estruturais. Também ocorria a inserção de componentes curriculares como “Ética na educação” e “Novas tecnologias na educação” dentro das Práticas de Ensino para ter carga horária disponível para as componentes específicas de Química.

A nova estrutura curricular das Práticas de Ensino reflete uma tentativa de garantir que o professor que assuma essa frente curricular inicie diálogos e reflexões aprofundadas com a turma acerca do Ensino de Química, sendo cada uma delas nomeadas como: “Ética e Diversidade na Educação”; “Filosofia, história e sociologia da Ciência”; “Instrumentalização para o Ensino de Química”; “Didática e Metodologia no Ensino de Química”; “Currículo e Avaliação no Ensino de Química”; “Tecnologias da Educação”; “História da Química”.

Aliás, é possível verificarmos no curso, uma divisão interna entre docentes das disciplinas de Educação e de Ensino de Química dos docentes das disciplinas específicas de Química, sendo o primeiro grupo delegado a função e o compromisso educativo de “ensinar a ser professor”, como debatido no início deste capítulo.

O próprio plano de curso, desde que foi concebido até as últimas modificações, privilegiou o aumento da carga horária das disciplinas específicas em prol das disciplinas da área de Ensino e nem optaram encarar o desafio de integrar componentes curriculares específicas entre si ou entre elas com as componentes curriculares consideradas da Educação.

Um exemplo do que seria essa integração curricular, defendida por um dos professores de Química da instituição, seria dividir os Laboratórios de Química, não pelas áreas específicas da Química, que favorecem uma fragmentação de conteúdos e do Ensino, mas sim pela função desses Laboratórios, como exemplo, um Laboratório de Síntese que abrangeria as várias áreas da Química e os conteúdos poderiam ser melhor explorados e finalmente interligados.

No entanto, o plano de curso da Licenciatura em Química, ainda traz muito o reflexo dos antigos cursos bacharelados de Química em que a Licenciatura foi obtida a partir de uma complementação pedagógica, não integrada às disciplinas específicas e objetivos do curso de Bacharelado, o que reforça a percepção de um Ensino Superior de Química pela ótica mecanicista já tão discutida nos capítulos anteriores e que foi vivenciada pela maioria dos docentes ali e replicam em sua trajetória acadêmica como professor.

Vale destacar, que o processo seletivo do IFB, para ingresso de docentes, ainda aceita a habilitação de Bacharelado em Química para ocupar o cargo de professor. Isso colabora para uma desvalorização da Licenciatura e da Docência, na contramão do que a instituição visa promover. Os professores de Química do curso acabam priorizando à oferta de projetos de Pesquisa e Extensão para as áreas específicas de Química, da qual possuem especialização, Mestrado ou Doutorado, e dificilmente para a área de Ensino de Química.

Vale mencionar que os primeiros “Trabalhos de Conclusão de Curso” não tinham a obrigatoriedade de ser na área de Ensino de Química, muitos licenciandos participavam de grupos de pesquisa nas áreas específicas de Química e queriam realizar o trabalho final retomando sua pesquisa. Eram autorizados desde que o trabalho fizesse alguma relação com o Ensino de Química, mas no fim acabavam sendo realizadas menções de possíveis contextualizações com aquele tema, de forma superficial.

Dessa forma, o corpo docente do curso acaba preso a uma mentalidade tecnicista de Ensino, perceptível tanto na estrutura curricular do plano de curso como na realidade vivenciada por professores e estudantes do curso, ambos reféns de cargas horárias exaustivas com um Ensino mecânico, fragmentado e conteudista.

Gibin e Ferreira (2010) também apontam que a sobrecarga de disciplinas teóricas desenvolvidas de formas tradicionais, apesar da alta carga horária, não favorece o aprendizado de conceitos químicos ou o desenvolvimento do pensamento científico.

parece que um excesso de carga horária não representa um aumento na aprendizagem de conceitos químicos, pelo contrário, a sobrecarga de disciplinas trabalhadas de maneira tradicional e, portanto, pouco reflexiva, não contribui efetivamente para o aprendizado e tampouco para a compreensão do que é pensar cientificamente. (Gibin, Ferreira, 2010, p. 1812).

Levando em consideração o contexto do curso de Licenciatura em Química do IFB, que reflete uma concepção educativa ainda predominante em diversas instituições de ensino superior, torna-se essencial investigar o processo de ensino-aprendizagem desses estudantes até para motivar e orientar o corpo docente em prol de melhorias significativas no curso.

Essa análise busca não apenas promover mudanças no Ensino a fim de uma compreensão mais aprofundada dos conteúdos de Química, mas também de proporcionar uma visão sobre o funcionamento do processo científico de produzir e ensinar Ciências. É crucial superar práticas que perpetuam um modelo de Ensino desvinculado da formação crítica e cidadã, essencial para a compreensão e transformação do mundo.

Por isso, no tópico seguinte, abordaremos uma ferramenta que será útil na investigação dos processos de ensino-aprendizagem: a análise de modelos mentais expressos por estudantes.

3.3 Da teoria cognitiva dos modelos mentais no Ensino de Química.

A análise de modelos mentais expressos por estudantes é utilizada na literatura científica para investigar os processos de ensino-aprendizagem de conceitos, modelos e/ou fenômenos químicos.

Para compreender melhor o que são os modelos mentais, serão considerados os referenciais utilizados pelos autores Gibin e Ferreira (2010); Lima e Núñez (2012); Lima, Souza e Silva (2012); Pimenta *et al* (2012); Santos, Melo e Andrade (2015); Gibin e Setti (2019); Souza (2020) e Santos, Mello e Catão (2023), em que predomina a contribuição dos trabalhos do psicólogo Johnson-Laird com a teoria dos modelos mentais de 1983, marco teórico para a Psicologia Cognitiva, assim como do

seu contemporâneo David Hestenes, com a Teoria da Modelagem no Ensino de Ciências e Matemática.

Até a primeira metade do século passado acreditava-se que, para melhor entender a conduta humana, era preciso recorrer a fatores externos como estímulos e respostas, uma visão behaviorista tratando-se de processos mentais. Mais tarde, com a predominância das teorias cognitivistas e com o avanço das teorias computacionais, **a mente passou a ser associada a um sistema lógico que capta e processa informação, sendo capaz de produzir representações diversas classificadas principalmente por duas formas: analógicas** (determinadas pelos sentidos: audição, olfato, [visão], etc.) **e proposicionais** (linguagem ou código representado por símbolos). Partindo-se do pressuposto criado por [Kenneth] Craik (1943), **Johnson Laird (1983) propôs a idéia de que um indivíduo utiliza ambos os meios de representações** (em proporções variadas) de modo a construir um terceiro construto denominado **Modelos Mentais**. (Pimenta *et al*, 2012, p. 206, grifo nosso).

Um modelo mental descreve, então, a concepção criada por um indivíduo sobre determinado assunto, possibilitando entender a organização das informações por ele obtidas e, a partir daí, possíveis falhas conceituais decorrentes da utilização de inferências equivocadas (Pimenta *et al*, 2012, p. 206).

Assim, os modelos mentais integram a atividade cognitiva própria de cada indivíduo ao interagir com objetos, eventos, processos, sistemas ou fenômenos do mundo físico. Podem ser construídos de maneira individual ou coletiva, mas permanecem inacessíveis a terceiros devido à impossibilidade de acessar diretamente a mente de um indivíduo (Lima; Souza; Silva, 2012).

No entanto, conforme Pimenta *et al*. (2012), esses modelos mentais podem ser inferidos por meio de comportamentos, verbalizações e outros meios de expressão, chamados modelos mentais expressos, mas que não é uma tarefa fácil: “não se pode simplesmente perguntar a uma pessoa qual o seu modelo mental sobre determinado estado de coisas, pois ela pode não ter plena consciência deste modelo ou dizer que acredita em algo e proceder de modo diferente. (Pimenta *et al*, 2012, p. 209).

Vale destacar que a ideia de modelos mentais não deve ser confundida com mapas mentais, que é um tipo de diagrama que organiza ideias e pensamentos acerca de uma tema central. A ideia é que os modelos mentais possam ser externalizados e expressados de diferentes formas: oral, escrita, experimental, visual, etc, inclusive utilizando de mapas conceituais a depender do caso.

Também é necessário levantar em conta as características inerentes à natureza dos modelos mentais: são incompletos, considerando a limitação humana

em abranger todos os elementos desses modelos; instáveis, pois os detalhes podem ser esquecidos; as fronteiras não são bem definidas, havendo possibilidade de confusão entre conceitos e ideias semelhantes; não são “científicos” porque há a presença de outros saberes e sistemas de crenças; e são econômicos ou seja, são representações simplificadas (Gibin; Ferreira, 2010).

Todavia, essas características revelam o processo dinâmico dos modelos mentais, eles não são rígidos e estão em constante processo de reformulação (Pimenta *et al*, 2012), não existindo um único modelo mental para certo estado de coisas, há inúmeras possibilidades ainda que só um deles seja considerado o mais adequado ou próximo de um modelo ideal.

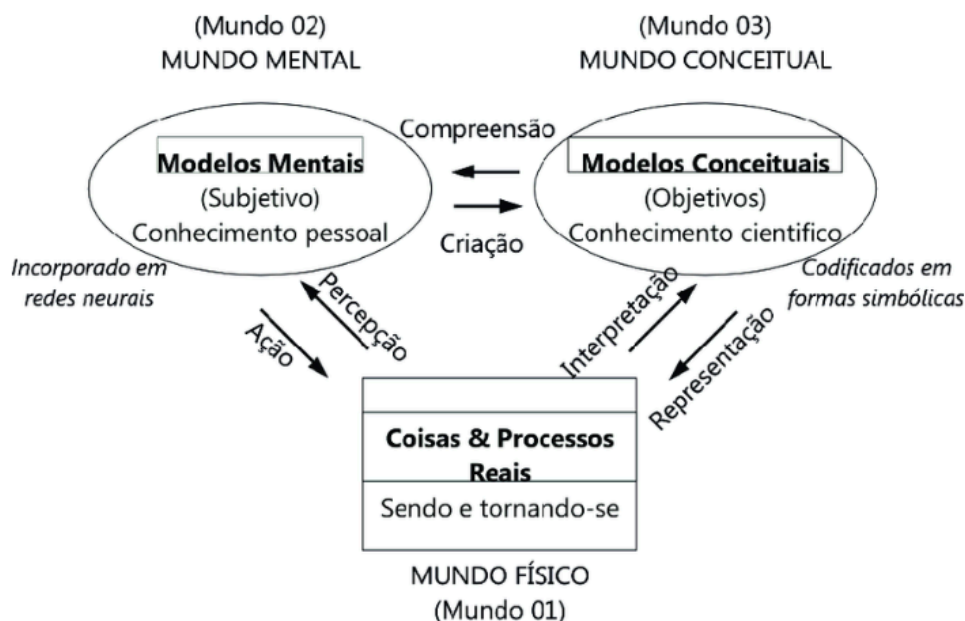
Em investigações sobre modelos mentais, é de se esperar modelos expressos de forma equivocada, inacabada, incompleta ou ambígua, mas que “evoluem à medida que o indivíduo adquire conhecimentos [...] e os incorpora à sua estrutura mental” (Gibin; Ferreira, 2010, p.1810)

Gibin e Ferreira (2010) explicam que o processo de construção de modelos mentais é semelhante entre os cientistas e leigos quando querem explicar algo de seu interesse, no entanto há diferença no grau de complexidade e rigor desses modelos. Para ele, os modelos mentais podem ser divididos em dois tipos segundo o que representam: os modelos físicos para representação do mundo físico e os modelos conceituais para os conceitos abstratos.

Esse último grupo tem a finalidade de construir um modelo mais preciso, consistente, coerente, completo, bem delimitado, a fim de explicar o mundo físico de forma mais coerente considerando sua funcionalidade, usabilidade e fácil compreensão, em que os alcances e limitações desse modelo conceitual sejam bem esclarecidos.

Adicionalmente, Souza (2020), traz a Figura 1 abaixo, a partir do trabalho de David Hestenes, para compreender a relação entre esses mundos: o mental, o conceitual e o físico.

Figura 2 - Modelos mentais versus modelos conceituais



Fonte: Hestenes, 2006, p. 44 apud Souza, 2020, p.64.

Segundo Souza (2020, p.64), é possível compreender essa figura da seguinte forma:

[...] no mundo mental, predominam os modelos mentais caracterizados pelo conhecimento subjetivo e que possibilitam a criação de modelos conceituais, isto é, modelos matemáticos e modelos científicos; estes caracterizados pelo conhecimento objetivo, permitindo, portanto, a compreensão dos modelos mentais dos outros indivíduos. Nesse direcionamento, enquanto os modelos mentais geram percepção/ação, os modelos conceituais geram interpretação/ representação de coisas e de processos do mundo real (Souza, 2020, p.64).

Embora a coexistência de diversos modelos mentais sobre determinado conceito científico seja possível e com vários deles corretos e adequados, como Gibin e Setti (2019) afirmam, geralmente, as dificuldades de raciocínio estão justamente vinculadas com a quantidade de modelos mentais necessários para satisfazer à formulação de um modelo ideal, seja por se tratar de um sistema complexo seja por trazer informações inconsistentes, segundo Pimenta *et al* (2012).

Por isso, ao se tratar do Ensino de Química, Gibin e Setti (2019) reforçam que o processo educativo é de extrema importância para

detectar e conhecer os modelos mentais dos estudantes, para compreender como eles pensam determinados conceitos ou fenômenos. E como, geralmente, as pessoas apresentam modelos mentais falhos, é necessário

conhecê-los, tentar promover melhorias e aproximá-los dos modelos científicos (Gibin; Setti, 2019, p. 242).

Logo, para o uso de modelos mentais na pesquisa de Ensino de Química como na atividade docente, em geral, decorre das seguintes premissas:

- Os modelos mentais, numa explicação simplificada, são as representações mentais realizadas por um indivíduo a fim de internalizar conceitos e conhecimentos diversos, de compreender e apreender a realidade (Santos; Mello; Catão, 2023).
- A Ciência da Natureza tem como objeto de estudo não os fenômenos da Natureza, “mas as construções desenvolvidas pela comunidade científica para interpretar a natureza” (Driver; Asoko; Leach; Mortimer; Scott, 1999, p. 32).
- A Ciência sendo essencialmente simbólica e socialmente negociada, parte de modelos conceituais consensuais entre a comunidade científica para interpretar e explicar a realidade, denominados modelos científicos (Lima; Souza; Silva, 2012);
- A aprendizagem significativa, de David Ausubel, é relevante na teoria de modelos mentais, como um processo de negociação de diferentes modelos da realidade, sendo que na educação científica, os modelos científicos e os modelos mentais dos estudantes precisam ser mediados por modelos didáticos que tornem o contexto de ensino-aprendizagem relevantes ao estudante (LIMA; NÚÑEZ, 2012).

Dessa forma, os modelos didáticos construídos por professores são fundamentais na mediação entre os modelos científicos e os modelos mentais dos estudantes, por isso, são construídos a partir de simplificações dos modelos científicos, que possuem uma complexidade maior e, por isso exige dos professores um domínio tanto dos modelos científicos específicos da sua área como dos modelos pedagógicos ao realizar a transposição didática de conceitos e fenômenos científicos (Gibin; Ferreira, 2010).

Mesmo os modelos mentais dos estudantes, geralmente de menor complexidade e rigorosidade e com incoerências sob determinado assunto, são importantes para se conhecer os conhecimentos prévios que possuem e estabelecer

relações de ensino-aprendizagem para favorecer a construção de outros modelos mentais individuais, durante as aulas e estudo individual, mais conscientes, consistentes e plausíveis para compreensão de modelos científicos e, conseqüentemente, do mundo físico (Lima; Souza; Silva, 2012).

Nesse sentido, Santos, Mello e Catão (2023) propõem que:

É a partir dessa tradução que o professor pode compreender as principais estratégias de raciocínio utilizadas perante determinado conceito e quais associações mentais estão sendo construídas durante o processo de aprendizagem.

Logo, é possível constatar que o indivíduo, ao traduzir seus pensamentos por meio de modelos mentais, pode fazer associações com outros conhecimentos já construídos em momentos distintos. [...] Assim, surge também a ideia do desenvolvimento cognitivo e dos diferentes níveis que um modelo mental pode assumir, especialmente em ambientes formais de aprendizagem.

É no processo de mediação desse conhecimento que o professor assume papel primordial na condução das atividades que permitem o aprimoramento dos modelos individuais. (Santos; Mello; Catão, 2023 p. 1-2).

Porém, a perspectiva da aprendizagem significativa por meio de processos de construção de modelos mentais ou ainda, como intercâmbio de novas informações (Santos; Mello; Catão, 2023), ainda não são contemplados pela maioria dos professores e dos modelos didáticos. (Lima; Souza; Silva, 2012).

Essa problemática pode ser entendida sob dois aspectos:

- A maioria dos professores não estão familiarizados com essa perspectiva, ou sequer têm conhecimento de sua existência, quanto mais do seu papel na formação de modelos mentais pelos estudantes e na sua capacidade instrucional que pode dificultar ou não esse processo;
- Os modelos didáticos (Lima; Souza; Silva, 2012) são mal elaboradas, inadequados ao nível cognitivo dos estudantes devido à estrutura e grafismo, verdadeiros obstáculos à aprendizagem; estão defasados em relação ao saber científico, pautados na arcaica concepção de memorização de informações de forma acrítica, “com modelos conceituais que mais se aproximam de definições a serem memorizadas” (Santos; Melo; Andrade, 2015).

Assim, é fundamental que já na formação inicial de professores se promova não só o entendimento dos domínios e conceitos científicos pela investigação dos

modelos mentais dos licenciandos como também dos modelos acerca do Ensino de Ciências, e especificamente do Ensino da Química, que eles carregam e estão construindo ao longo do curso, considerando a responsabilidade e o compromisso futuros de desenvolver modelos didáticos e saberes escolares apropriados na Educação Básica, ao que Chassot (2003) destaca:

o quanto se precisa procurar uma ciência da escola (= o saber escolar; essa ciência da escola não é necessariamente uma produção exclusiva para a escola e/ou na escola, mas, como ensina Lopes (1999), envolve um processo de reelaboração de saberes de outros contextos sociais visando o atendimento das finalidades sociais da escolarização), que é significativamente diferente daquela ciência da universidade (= saber acadêmico) (Chassot, 2003, p. 90-91).

Para Lima, Souza e Silva (2012), diversos autores entendem que a finalidade do Ensino de Ciências, a partir dessa perspectiva dinâmica de (re)construção de modelos mentais, deve satisfazer as seguintes proposições:

Para *aprender Ciências/Química* deve ser possibilitado aos estudantes o entendimento dos principais modelos científicos e a compreensão da abrangência e limitação dos mesmos.

Já o aprendizado *sobre Ciência*, paralelamente, possibilita que os estudantes desenvolvam uma visão apropriada sobre a natureza dos modelos científicos e, para *fazer Ciência*, os estudantes devem ser incentivados a criarem, expressarem, testarem seus próprios modelos.

Há ainda um ponto curioso referente à dificuldade no uso de modelos mentais em situações de Ensino para tratar de conceitos abstratos dos modelos científicos: “na sociedade ocidental o pensamento é expresso basicamente por meio de palavras e que, além disso, a utilização de imagens para a elaboração de pensamentos é considerada como sinal de imaturidade cognitiva (Gibin; Ferreira, 2012, p. 1810).

Gibin e Ferreira (2010) explicam que essa noção é proveniente de uma sociedade em que há o predomínio cultural do uso discursivo das palavras, mas os autores defendem a utilização de recursos multimídia, animações, e outros recursos audiovisuais e corroboram:

“Havendo um predomínio visual no conhecimento, em termos gerais, a utilização de imagens visuais facilita e estimula a retenção e a lembrança do que foi aprendido. A imagem, portanto, ativa uma ampla variedade de habilidades no cérebro, como formas, cores, linhas, dimensões, etc., ou

seja, habilidades que estimulam a imaginação, promovem o pensamento criativo e ajudam a memória, pois as imagens visuais são mais lembradas que as palavras”. (Ontoria, Luque e Gómez *apud* Gibin; Ferreira, 2012, p. 1810)

Para Gibin e Ferreira (2010), explorar o sentido da visão, através da utilização de imagens e/ou de animações adequadas, desde que esclarecidas suas limitações e potencialidades, é adequado ao Ensino e deveria ser mais utilizada pelos professores em sala de aula, pois o

“sensorial auxilia o aluno a organizar melhor as suas ideias e a integrá-las numa visão de totalidade. [...] o estudante parte da imagem “sensorial”, mais imediata, e vai gradativamente evoluindo para a imagem “mental”, que é uma representação menos dependente dos sentidos, mais elaborada, complexa. [...] o que contribui para a elaboração de um modelo mental mais aprimorado (Gibin; Ferreira, 2010, p. 1811).

Por fim, a análise dos modelos mentais dos estudantes acerca dos conceitos científicos pode ser bastante profícua na compreensão dos seus conhecimentos prévios, no diagnóstico das suas dificuldades e limitações para o estímulo à melhoria desses modelos e construção de outros com maiores graus de complexidade e evolução cognitiva do pensamento.

Isso reforça o papel do professor como mediador e também como professor-pesquisador desse processo de ensino-aprendizagem, seja na Educação Básica seja no Ensino Superior.

Por isso, é preciso conhecer os modelos mentais dos futuros professores de Química acerca de conceitos científicos desenvolvidos durante o curso para acompanhar a evolução e falhas desses modelos e inferir como isso pode ser relacionado ao Ensino ofertado pela instituição formadora.

3.4 Do trânsito entre os níveis de compreensão da Química na construção de modelos mentais sofisticados

O Ensino de Química atual ainda é focado na memorização e na reprodução de conceitos de forma mecânica derivado de um “processo histórico de repetição de fórmulas [...]. A repetição acrítica acaba por transformar a Química escolar em algo cada vez mais distante da ciência Química e de suas aplicações na sociedade.” (Mortimer; Machado; Romanelli, 2000, p. 275)

“Os currículos tradicionais, ao abordarem apenas aspectos conceituais da Química, têm como pressuposto que a aprendizagem de estruturas conceituais antecede qualquer possibilidade de aplicação dos

conhecimentos químicos. Além disso, supõe-se que a abordagem desses conceitos deve ser exaustiva”. (Mortimer; Machado; Romanelli, 2000, p. 275.)

Ainda há um afastamento entre o saber escolar e o científico, e Mortimer; Machado e Romanelli (2000) explicam que isso deriva da lógica cartesiana empregada no Ensino e que pressupõe que se deve “esgotar um conceito para poder aplicá-lo” (Mortimer *et al*, 2000, p. 275) ao que questionam já que “é justamente nas aplicações do conceito que se explicitam as relações a serem estabelecidas entre os conceitos” (Mortimer *et al*, 2000, p. 275).

Isso acaba por gerar a perda de uma característica intrínseca na ciência Química, como nas Ciências em geral: os conceitos são relacionais e, geralmente, as fronteiras entre eles não são rígidas (Mortimer *et al*, 2000), a própria Ciência tem superado essa perspectiva cartesiana de conceber Ciências como já discutido nos capítulos anteriores até aqui.

Além disso, vale destacar que o excessivo número de informações adicionadas aos currículos escolares (e acadêmicos) como se cada tópico fosse trabalhado como simples acréscimo de informações, reforçam um Ensino ainda mais taxativo e longe de promover contextualizações, práticas interdisciplinares e pensamento crítico e reflexivo.

A Química, como uma ciência que trabalha com a natureza corpuscular da matéria, está recheada de conceitos abstratos e teorias sobre um mundo invisível que só pode ser acessado pela modelagem, essa que está, inclusive, por detrás da base teórica de instrumentos e experimentos que revelam os efeitos e a existência desse mundo subatômico.

Conhecer o modelo corpuscular e utilizá-lo na interpretação de fatos e fenômenos é da competência dos professores de Química e, portanto, é essencial que haja a preocupação, durante a formação inicial desses docentes, de que a compreensão, tanto do modelo corpuscular, quanto de outros modelos científicos, seja alcançada pelos estudantes (Gondim; Mendes, 2007).

Lima e Barboza (2005, p. 41) corroboram com a ideia de que “muitos profissionais não entendem a importância que conferimos à modelagem, seja aos modelos do mundo muito grande – objeto da Astronomia –, seja aos do muito pequeno, aos quais a Química se atém”.

O mesmo mundo submicroscópico da Química que os estudantes apresentam inúmeras dificuldades, sobretudo quando os conceitos quando não abstratos são conceitos pautados no nível atômico-molecular (Santos; Mello; Catão, 2023).

Os diversos autores da área de Ensino de Química concordam que há ideias estruturadoras ou conceitos-chaves do pensamento químico que precisam integrar a estrutura mental dos estudantes ao concluir a Educação Básica, como exemplos os conceitos de: átomo, molécula, reação química, solubilidade, transformações químicas e físicas, propriedades da matéria, substâncias, e outras.

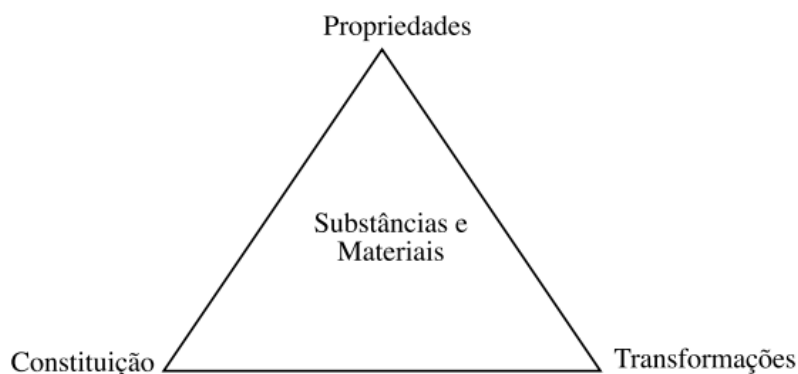
A justificativa é que “essas ideias estruturadoras são aquelas que potencializam nosso pensamento e nossa capacidade de relacionar, sintetizar, propor explicações a partir daquilo que se conhece” (Lima; Barboza, 2005, p. 39-40).

Assim como certos modelos científicos de domínio da Química são essenciais: “o modelo atômico-molecular da matéria, com ênfase na compreensão de reações químicas como rearranjos da matéria, é, segundo diferentes autores, estruturador do pensamento químico” (Nakhleh, 1992; Millar, 1996; Mortimer, 1995b *apud* Lima; Barboza, 2005, p. 41).

“Esses conceitos nos capacitam a formar um quadro geral e proporcionam uma base para investigações posteriores” (Andersson, 1986 *apud* Lima; Barboza, 2005, p. 41).

Mortimer, Machado e Romanelli (2000) também defendem essa visão, em seu artigo sobre uma proposta de currículo escolar para o estado de Minas Gerais, eles apresentam um triângulo a fim de nomear os objetos de estudo (Substâncias e materiais), os focos de interesse da Química (propriedades, constituições e transformações) e as interrelações existentes, criando um norteador para os professores e profissionais da área terem autonomia de criarem seus currículos e práticas sem deixar de incorporar as ideias estruturadoras do pensamento químico.

Figura 3 - Objetos de estudos e focos de interesse da Química



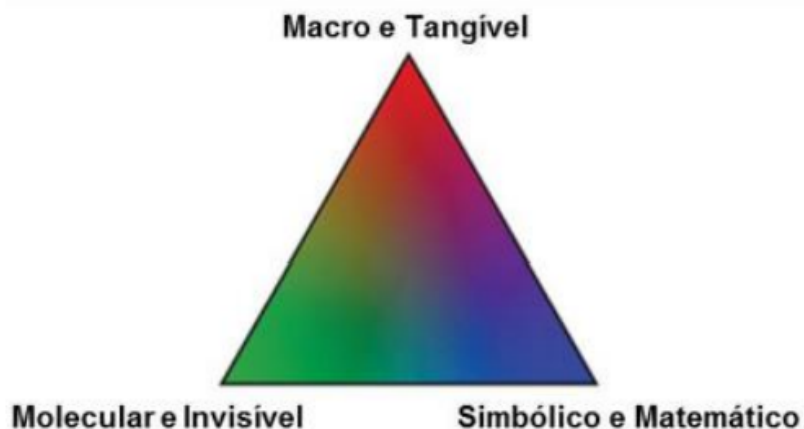
Fonte: Mortimer; Machado; Romanelli, p. 276

A partir desse contexto, estudos realizados em diversos países apontaram que uma das maneiras de ensinar a Química, que requer o domínio da representação, é compreendê-la pela relação entre seus três aspectos de compreensão, que se diferem em nomes a depender dos autores, mas que são coincidentes e não promove hierarquia entre eles (Lima; Silva; Fernandes, 2019).

Considerar a relação e o trânsito entre os três universos ou três níveis de compreensão do conhecimento químico pode colaborar para uma aprendizagem significativa acerca dos conceitos, modelos científicos e fenômenos associados à Química segundo a perspectiva sócio-cultural de Educação.

Johnstone foi um dos primeiros autores a propor um modelo explicativo para as dimensões de estudo da Química em 1982 e revisado em 2009, no qual categorizou o conhecimento químico em três níveis de representação: macro e tangível; molecular e invisível; simbólico e matemático, conforme a figura 3.

Figura 4 - modelo atualizado do Triângulo de Johnstone



Fonte: Lima; Silva; Fernandes, 2019, p.3

O nível macro tangível compreende a parte observável e manipulável da Química, que pode ser medida, mensurada por suas propriedades e qualificada como fenômeno. Já o nível molecular e invisível abrange os modelos científicos a nível atômico-molecular, ou seja, os modelos descritivos que fornecem a imagem mental de modelos representacionais do comportamento corpuscular da matéria; e, por fim, o nível simbólico e matemático que compreende a forma como os químicos utilizam a linguagem científica, por exemplo, pela representação de substâncias e equações químicas por símbolos, como pelo arcabouço matemático de fórmulas, gráficos e tabelas utilizados.

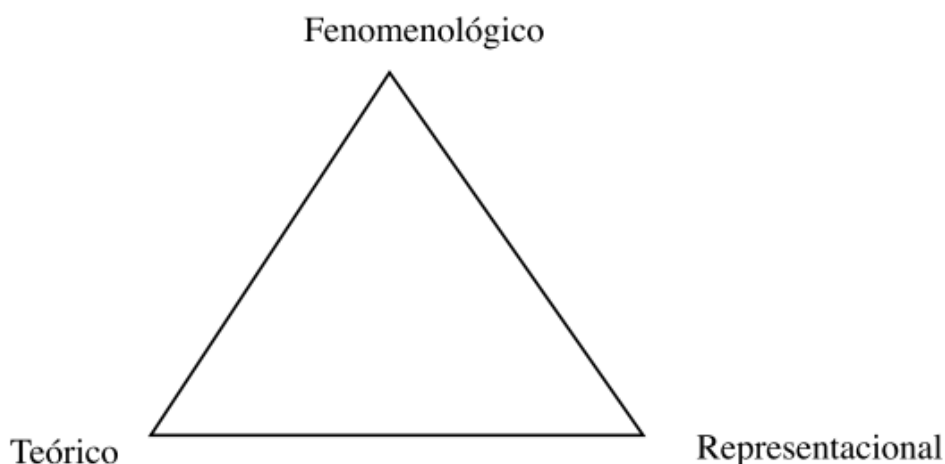
Segundo essa proposta (Lima; Silva; Fernandes, 2019), a prática docente pode se situar livremente em diferentes posições desse triângulo, sendo os vértices representativos de uma abordagem completamente voltada para tal universo.

Esse livre trânsito do professor pelos níveis do conhecimento químico pode gerar confusão e sobrecarregar seus estudantes levando uma dificuldade na compreensão desses conhecimentos por eles.

Assim, o diálogo entre os conhecimentos prévios e cotidianos dos estudantes com o conhecimento químico e o discurso científico é mais uma vez defendido, para que trabalhando um vértice por vez deste triângulo, o professor vá transitando entre os níveis pelas arestas até finalmente levar o aluno ao centro do triângulo, esse percurso pode ser distribuído ao longo da Educação Básica e realizado de diferentes formas e níveis de aprofundamento.

Destaca-se também, a contribuição dos autores Mortimer, Machado e Romanelli (2000), pois baseados nos estudos iniciais de Johnstone em 1982 – que ainda não havia atualizado para o formato triangular – estruturaram os níveis de representação no formato de triângulo e nomearam cada vértice da seguinte forma (Mortimer *et al*, 2000; Lima *et al*, 2019): o fenomenológico (aspectos visíveis e concretos ou dimensão macroscópica); o teórico (explicações sobre a natureza atômico-molecular, conceitos abstratos baseados em modelos descritivos) e o representacional (que abarca o nível simbólico e matemático), conforme figura 5.

Figura 5 - Triângulo dos aspectos do conhecimento químico



Fonte: Mortimer; Machado; Romanelli , 2000, p. 277

Lima *et al* (2019) comenta que, assim como outros autores, percebe que a variedade de nomes dados a esses três níveis revela uma falta de consenso quanto a terminologia mais adequada entre os pesquisadores da área. Há quem utilize termos como “mundo microscópico” para um dos níveis, podendo gerar uma associação incorreta com o instrumento ótico microscópio, acarretando numa crença de que as entidades e partículas atômicas e subatômicas podem ser visualizadas neste instrumento.

Por isso, em seus trabalhos preferiram utilizar termos mais breves para esse triângulo: macro, submicro e simbólico.

Mortimer *et al* (2000) comenta que no Ensino tradicional, o aspecto representacional ou simbólico é demasiadamente favorecido em detrimento dos outros dois, por isso, recomendam que os três aspectos compareçam igualmente e que se interrelacionem numa dialética entre teoria e experimento, pensamento e realidade como ocorre na produção do conhecimento Químico. Isso promoveria mais que um aprendizado específico, significaria alcançar um salto qualitativo no processo cognitivo dos estudantes.

“Ainda que o aluno não conheça a teoria científica necessária para interpretar determinado fenômeno ou resultado experimental, ele fará com suas próprias teorias implícitas, suas ideias de senso comum, pois todo processo de compreensão é ativo.”

“Um experimento pode cumprir também o papel de mostrar essa forma de pensar em química, em que teoria e realidade estão em constante interlocução” (Mortimer *et al*, 2000, p. 277).

Johnstone (2004 *apud* Canzian; Maximiano, 2010) também recomenda que os professores criem situações reais de experimentação, para explorar o mundo macroscópico e a partir daí, acompanhando simbologias pertinentes da área possam acessar conjuntamente à figuras, animações ou simulações computadorizadas para facilitar a compreensão do nível submicroscópico, afinal para ele “as imagens desempenham um papel importante no ensino de ciências, uma vez que a própria conceitualização depende muitas vezes da visualização” (Johnstone, 2004 *apud* Canzian; Maximiano, 2010).

Gibin e Ferreira (2010) também relatam várias pesquisas com dados evidenciando essa dificuldade de compreensão dos níveis de representação da Química, e complementa que há dificuldade no entendimento de “representações submicroscópica e simbólica porque estas são abstratas, e o pensamento dos alunos é construído por meio do emprego de informações sensoriais” (Gibin; Ferreira, 2010, p. 1811).

Do mesmo modo, esses mesmos alunos não estabelecem relações acertadas entre o nível macro e submicro.

As relações existentes entre os níveis simbólico e submicroscópico proporcionam pouco subsídio para a construção de modelos mentais, pois coeficientes estequiométricos e índices podem fornecer apenas dados quantitativos sobre um sistema. Já a relação entre o nível macroscópico e simbólico não fornece praticamente nenhum subsídio para a elaboração de modelos em relação a sistemas químicos (Gibin; Ferreira, 2010, p. 1811).

Por isso, os autores Lima e Barboza (2005), Gibin e Ferreira (2010), reforçam a necessidade de considerar os conhecimentos prévios e cotidianos dos alunos na construção do conhecimento em sala de aula, por meio de verificações sensoriais, na criação de modelos reais ou no uso de recursos visuais próprios, para mediar o processo de ampliação cognitiva dos seus modelos mentais internos mais socializados com os modelos científicos.

O estudante, de posse de explicações macroscópicas de vários fenômenos, pode incrementar seu entendimento sobre a natureza interna dos materiais, relacionando-os inicialmente a um modelo de partículas. Outras aquisições importantes a partir da construção de modelos de partículas estão relacionadas com a própria gênese e desenvolvimento da Química enquanto ciência, bem como com o desenvolvimento da criatividade dos estudantes (Lima; Barboza, 2005, p. 41).

Estudos evidenciaram que o uso de animações que representam fenômenos em nível submicroscópico e demonstrações em vídeo tem proporcionado aos estudantes o desenvolvimento da habilidade de relacionar os níveis de representação simbólico, macroscópico e

submicroscópico de forma adequada, além de melhorar a compreensão conceitual. Estas habilidades promovem o desenvolvimento da capacidade de elaboração de modelos mentais dinâmicos referentes a conceitos químicos (Gibin; Ferreira, 2010, p. 1811).

Portanto, um Ensino de Química comprometido com a perspectiva sócio-histórica da Educação, deve transitar entre esses três níveis de representação, pois a construção de modelos mentais sobre um conceito ou fenômeno científico/químico envolve compreender esses três níveis, saber representá-los e transitar entre eles (Gibin; Setti, 2019).

Assim, Gibin e Setti (2019) valorizam uma formação inicial em que os licenciandos possam vivenciar atividades com o uso de experimentação, de animações, imagens, simulações em computador, entre outras estratégias durante o curso que permitam o uso dos níveis de representação do conhecimento químico, e que possibilitem a construção de modelos mentais mais adequados sobre conceitos ou fenômenos, assim como adotem essa abordagem em sua prática docente para que possa ser empregada na Educação Básica com seus futuros estudantes.

CAPÍTULO 4: METODOLOGIA

Este trabalho buscou realizar uma pesquisa qualitativa de caráter exploratório tendo como ponto de partida a elaboração da revisão da literatura científica, por meio da fundamentação teórica presente em diversos artigos científicos disponíveis no meio eletrônico e em livros acadêmicos impressos, para delimitar o universo de estudo.

Neste capítulo, demonstramos os procedimentos metodológicos utilizados de acordo com as etapas da pesquisa: da seleção da amostra, seleção dos materiais e experimentos, seleção e coleta de dados, tratamentos dos dados e construção das categorias de análise.

4.1. Local e sujeitos da pesquisa

A pesquisa foi realizada com estudantes do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília (IFB) do *campus* Gama, durante o 1º semestre letivo de 2024 e, que coincidiu com o período da greve educacional no país de Abril a Junho do mesmo ano.

O critério para participação dos licenciandos foi possuir no mínimo 50% da carga horária da matriz curricular atual (Projeto Político Pedagógico de 2020).

4.2. Objeto da pesquisa

Compreender os modelos mentais expressos acerca dos fenômenos de solubilidade e reatividade por licenciandos e egressos do referido curso.

4.3. Instrumentos para a coleta de dados da pesquisa

Na literatura existem vários protocolos de pesquisa, segundo uma abordagem qualitativa na captação de significados, descrição e estudo dos pontos de vista dos sujeitos envolvidos na pesquisa e, numa investigação de modelos mentais, são comumente utilizados: entrevistas, análise de resolução de problemas e confronto com os dados gerados por meio de desenhos pictóricos, mapas conceituais, descrições a respeito de fenômenos experimentais, entre outros. (Santos; Mello; Catão, 2023).

Assim, para este estudo de caso qualitativo, foram necessários a produção de dois vídeos experimentais elucidativos e da aplicação de um questionário individual

com perguntas sobre perfil dos participantes e perguntas abertas acerca dos experimentos, como forma direta de investigar os modelos mentais expressos dos participantes.

Tais perguntas abertas solicitaram desenhos (com legenda) do mundo submicroscópico acerca destes experimentos aos participantes, com o intuito de identificar e compreender os caminhos escolhidos para o trânsito entre os níveis de representação do conhecimento químico e, e conseqüentemente compreender o modelo mental expresso por cada um na construção da resposta às questões.

4.3.1. Experimentos: da produção de vídeos e dos roteiros experimentais

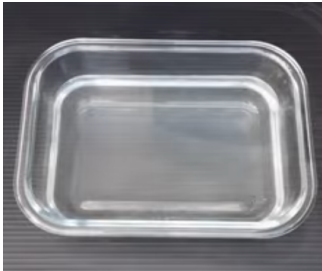

Conforme a justificativa deste trabalho, procuramos investigar os modelos mentais expressos acerca dos conceitos de solubilidade e reatividade a partir dos experimentos de: dissolução de Cloreto de Sódio em solução supersaturada e posterior recristalização; reação de precipitação de Cloreto de Prata.

A escolha dos reagentes e experimentos se pautaram na utilização de materiais de fácil acesso ou aquisição, de baixo custo e de manuseio seguro. Além disso, tanto o nitrato de prata (para precipitação de cloreto de prata) como o cloreto de sódio eram reagentes comumente disponíveis em Laboratórios de Ciências no Ensino Médio, como também nos Laboratório de Química do próprio curso, reagentes muito conhecidos pelos licenciandos.

Todavia, devido a indisponibilidade de tempo e espaço para realizar os experimentos com todos os participantes, optamos por produzir vídeos experimentais para fornecer elementos auxiliares aos estudantes na elaboração dos modelos mentais quando foram solicitados, pois:



os indivíduos geram modelos mentais a partir das informações recebidas e são capazes de fazer deduções e adaptações, sem precisar depender de recordações ou lembranças falhas, já que esses modelos não são possíveis de serem construídos com as informações trazidas pelo indivíduo do seu cotidiano, por se tratarem de modelos específicos de uma área de conhecimento (Moreira, 1996 *apud* Santos, Melo, Andrade, p. 42).

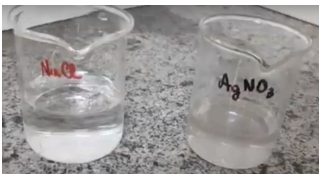

Consideramos que os experimentos contemplavam elementos do nível macroscópico/ fenomenológico e os dados acerca das substâncias utilizadas, quantidades e equações inseridas nos vídeos como parte do nível simbólico, ainda que o cunho da experimentação neste trabalho fosse qualitativo.

<p>Sólido dissolvido</p> 	0:24	Dissolução do NaCl com 263 mL de água quente (chaleira elétrica) medidos em uma proveta de vidro de 100 mL;
	0:43	Agitação manual com espátula até completa homogeneização e dissolução;
	0:57	A solução supersaturada foi deixada em repouso por alguns dias e, inicialmente, foi tampada com uma touca de tecido que permitisse a evaporação da água;
	1:01	Foi colocado um aviso para não tocar ou perturbar o sistema, manter em repouso.
<p>Sólido recristalizado</p> 	1:10	Após 24h - Surgimento dos pequenos núcleos de partículas do sal (nucleação); Perceptível uma estrutura cúbica;
	1:26	Mais alguns dias - crescimento dos cristais, estruturas cúbicas maiores, algumas com defeitos.
	1:48	Alguns cristais formados com cerca de 1cm, com aglomerados de estruturas cúbicas.

Fonte: autora, 2024

Tabela 2: Experimento 2 - reação de precipitação do Cloreto de Prata

<p>Equação Química: $1 \text{ NaCl}_{(aq)} + 1 \text{ AgNO}_{3(aq)} \rightarrow 1 \text{ AgCl}_{(s)} + 1 \text{ NaNO}_{3(aq)}$</p>		
		
<p>Link: https://www.youtube.com/watch?v=zNg2hnWfu2s&t=2s ou acesse via QR CODE:</p>		
Estado de interesse	Tempo (s)	Roteiro Experimental (descrição dos principais pontos dos vídeos)
<p>Sólidos antes</p> 	0:13	Pesagem de 14,6 g NaCl em um béquer na balança semi-analítica;
	0:35	Pesagem de 40,6 g AgNO ₃ em outro béquer na balança semi-analítica;
	0:52	Observação do aspecto inicial dos sais de NaCl (pó branco) e AgNO ₃ (pó branco acinzentado).
<p>Sólidos dissolvidos</p>	1:01	Dissolução dos sais em suas respectivas soluções saturadas: adicionou-se 41 mL de água para o NaCl, com uma proveta de 50 mL e 19,5 mL de água para o AgNO ₃ , com uma proveta de 25 ml;
	1:17	Agitação manual com bastão de vidro de cada uma das

	<p>1:26</p>	<p>soluções até completa homogeneização e dissolução, foi destacada uma observação experimental: o béquer da solução de nitrato de prata estava frio;</p> <p>Observação do aspecto final das soluções aquosas de NaCl (incolor) e AgNO₃ (transparente, porém levemente acinzentada).</p>
<p>Sólido precipitado</p> 	<p>1:36</p> <p>1:54</p>	<p>Misturou-se as duas soluções em um novo béquer: transferiu-se a solução de AgNO₃ e, em seguida, despejou-se a solução de NaCl.</p> <p>Visualização do aparecimento de uma nova substância por precipitação: o AgCl (precipitado branco) além da solução incolor de NaNO₃, formando um sistema de fases sólido-líquido.</p>

Fonte: autora, 2024

4.3.2. Da coleta de dados via formulário eletrônico do Google Forms

Os participantes não precisavam se identificar no corpo do formulário, mas o e-mail foi salvo apenas para controle do envio de respostas da pesquisa, evitando geração de dados repetidos por eles.

O período de aplicação do formulário eletrônico foi de 21/05 a 27/06/2024, período da greve educacional, com um total de 11 participantes.

O formulário eletrônico, construído no *Google Forms*, foi constituído das seguintes partes:

I. Explicação sobre o objetivo da pesquisa e da estrutura do formulário eletrônico, o aceite do termo de consentimento para tratamento e uso dos dados para fins de pesquisa, garantindo o anonimato;

II. Pesquisa de perfil: faixa etária, gênero, etnia, ano de ingresso no curso, período atual ou ano de conclusão do curso, componentes a cursar (Matriz 2020).

III. Pesquisa dos modelos mentais expressos distribuídas em 4 questões abertas: as duas primeiras solicitaram ao participante que assistisse aos vídeos dos experimentos e elaborasse desenhos do universo submicroscópico dos pontos de interesse informados, registrasse em foto e a enviasse no campo correspondente. Já as duas últimas perguntas se referiam às dificuldades e/ou facilidades que eles

tiveram ao realizar as primeiras questões e se foi necessário consultar algum material ou *Internet* para responder.

O comando das questões conforme constam no formulário eletrônico foram agrupadas no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - questões abertas referentes aos experimentos

<p style="text-align: center;">Questão 1 - Experimento 1</p> <p>Considere a mudança ocorrida no aspecto visual, à olho nu, que ocorre da etapa inicial do sal sólido (1) para a etapa seguinte quando está completamente dissolvido na solução supersaturada (2). Agora, repare na mudança desse mesmo aspecto da etapa (2) como solução supersaturada para a etapa final de formação de cristais (3) que difere inclusive do aspecto visual do sal sólido em "pó" visto na etapa 1.</p> <p>Elabore um desenho (com legendas) do mundo submicroscópico (dos átomos, das moléculas,...) que possa representar essas etapas mencionadas nas mudanças macroscópicas vistas, considerando os conceitos e modelos teóricos aprendidos durante o curso, e classificando os fenômenos ocorridos como físico ou químico.</p>
<p style="text-align: center;">Questão 2 - Experimento 2</p> <p>Considere a mudança ocorrida no aspecto visual, à olho nu, que ocorre da etapa inicial dos sais em seu estado sólido (1) para a etapa seguinte dissolvidos nas suas respectivas soluções (2). Agora, perceba a mudança de aspecto ao reunir essas duas soluções com a formação de um precipitado branco (3).</p> <p>Elabore um desenho (com legendas) do mundo submicroscópico (dos átomos, das moléculas,...) que possa representar essas etapas mencionadas nas mudanças macroscópicas vistas, considerando os conceitos e modelos teóricos aprendidos durante o curso, e classificando os fenômenos ocorridos como físico ou químico.</p>
<p style="text-align: center;">Questão 3</p> <p>Comente ao menos uma dificuldade, dúvida e/ou facilidade para traduzir os fenômenos de solubilidade e reatividades dos experimentos anteriores em imagens de representações do mundo submicroscópico.</p>
<p style="text-align: center;">Questão 4</p> <p>Você consultou algum material de referência para responder às questões? Se sim, mencione no espaço abaixo ou compartilhe o link.</p>

Fonte: retirado do formulário eletrônico da autora, 2024

O convite para participar da pesquisa foi enviado tanto no grupo de *WhatsApp* dos estudantes do curso de Licenciatura em Química do IFB como no privado, via mensagem de *WhatsApp* para cerca de 35 pessoas entre formados ou cursando os últimos semestres, além da colaboração de outros colegas que compartilharam com mais outros colegas do curso. Em alguns casos, os participantes pediram auxílio para compreender melhor o que estava sendo pedido nas Questões 1 e 2.

As imagens do formulário eletrônico aplicado constam ao final deste trabalho no Apêndice A.

4.4. Da análise dos dados

Após os participantes responderem ao questionário, alguns deram um feedback via *WhatsApp* adicionando comentários a respeito da pesquisa.

A análise dos dados gerados foi norteadada por alguns procedimentos pertencentes à análise de conteúdos de Bardin (Valle; Ferreira, 2024) e à teoria de modelos mentais (Santos; Melo; Andrade, 2015).

Inicialmente, foi realizada a impressão de todas as respostas, seguida da pré-análise do material por meio de uma leitura dinâmica dos gráficos gerados com os perfis dos participantes, das imagens e legendas contidas nos desenhos construídos livremente por eles e das duas últimas questões, a fim da pesquisadora se situar e reconhecer no material ideias preliminares, hipóteses, numa sistematização inicial dos dados e seleção dos documentos a fim de descobrir elementos semelhantes presentes na amostra, ao que Valle e Ferreira, 2024 explicam:

[...] a partir do contato primário (leitura flutuante) com o material, procede-se para a seleção daqueles que irão compor o *corpus* de análise. Esse processo é complexo e desafia o pesquisador a dedicar-se na imersão do material, considerando aqueles que possam “[...] fornecer informações sobre o problema levantado” (BARDIN, 2016, p. 126), ou ainda, levando em conta “o universo demarcado (o gênero dos documentos sobre os quais se pode efetuar a análise)” (Bardin, 2016, p. 126 *apud* Valle; Ferreira, 2024, p.11).

Na fase de exploratória do material, ao considerar que cada modelo mental é pessoal e, por isso único, os modelos expressos foram explorados um a um, separados inicialmente em dois grandes grupos “Experimento 1” e “Experimento 2” correlacionando-os com as respostas obtidas individualmente com as duas últimas perguntas ao final do formulário para auxiliar no entendimento que elucidasse as escolhas realizadas na construção dos desenhos para além das legendas geradas.

Também foi verificada a situação de curso de cada participante a partir dos dados da pesquisa de perfil: ano de ingresso no curso; matérias a cursar ou ano de conclusão de curso, a fim de verificar a matriz curricular de ingresso, estrutura curricular, identificando semelhanças e diferenças entre elas.

Assim, no tratamento dos dados brutos da pesquisa, eles foram organizados em quatro categorias, segundo o quadro 2 abaixo. Elas emergiram do processo de codificação, que para Bardin (2016, p. 147 *apud* Valle; Ferreira, 2024, p. 12), é “uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por

diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos”, no caso a partir das semelhanças no raciocínio de ideias contidas em cada um dos modelos expressados, seja na forma de desenho ou texto escrito, pelos participantes no atendimento ou não ao proposto nas duas questões acerca de cada experimento e que traduziu o conhecimento deles acerca dos conceitos de solubilidade e reatividade.

Quadro 2 - Categorias de análise dos modelos mentais expressos

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS
Solubilidade de sais	<ul style="list-style-type: none"> a. Do retículo cristalino dos sais; b. Classificação do processo de dissolução; c. Representação das forças envolvidas na dissolução; d. Representação da insolubilidade do cloreto de prata; e. Representação da solubilidade do nitrato de prata; f. Representação da solubilidade do nitrato de sódio.
Reatividade	<ul style="list-style-type: none"> a. Classificação em fenômeno de formação de novas substâncias; b. Representação do fenômeno químico.
Níveis de representação do conhecimento Químico	<ul style="list-style-type: none"> a. Submicroscópico; b. Simbólico; c. Macroscópico.
Forma de pensamento	<ul style="list-style-type: none"> a. Verbal: aliado à representação simbólica e/ou submicroscópica; b. Visual: na representação submicroscópica pelo predomínio do modelo de “bolas”; c. Visual: predomínio da representação macroscópica.

Fonte: autora, 2024

A partir disso, inferências puderam ser realizadas por meio da interpretação dessas manifestações encontradas em diálogo com os dados encontrados na literatura sobre o tema para no capítulo seguinte serem apresentados os resultados e posteriormente discutidos.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo foi dividido em quatro partes: a primeira, considera o contexto de greve educacional pelo país, o tempo decorrido da produção dos vídeos experimentais, do formulário e de sua aplicação até a participação na pesquisa pelos licenciandos e licenciados do curso em questão.

A segunda parte traz o perfil dos participantes e sua situação de curso considerando as semelhanças de cargas horárias e de disciplinas da sua matriz curricular de ingresso com o plano de curso atual (2020).

A terceira parte apresenta os resultados obtidos e a quarta e última parte traz a discussão teórica sobre os modelos mentais encontrados em confronto com a literatura, apresentando algumas evidências por meio das imagens e desenhos gerados na pesquisa.

5.1 Do contexto da pesquisa e da adesão dos participantes

Devido ao período de greve educacional nas universidades públicas e institutos federais no país, realizada pelos professores e técnicos-administrativos e educacionais dessas instituições no período de Março a Junho de 2024, as etapas de realização dos experimentos foram afetadas assim como a adesão dos participantes à pesquisa.

Inicialmente a pesquisa era mais voltada aos licenciandos do curso, entretanto devido a falta de adesão, foi necessário aumentar o espaço amostral da pesquisa considerando os recém-formados e os formados há mais tempo no curso para finalmente chegar às 11 amostras obtidas no período de aplicação do questionário de 21/5 a 27/06/2024, cerca de 1 mês e pouco.

Muitos estudantes que não participaram relataram estar ocupados ou ainda que ao acessarem o formulário, iniciavam a pesquisa da parte objetiva, mas deixavam para responder depois a parte subjetiva, de assistir aos vídeos e construir os desenhos, conseqüentemente esqueceram de retornar e finalizar sua resposta.

5.2 Do perfil dos participantes e da estrutura curricular do curso

O questionário de perfil aplicado aos participantes teve como objetivo principal compreender as características desse público, analisando a diversidade presente no curso em termos de gênero e idade, além do seu tempo no curso.

Essa abordagem também buscou verificar se a composição do grupo de participantes contribuía para reforçar ou desconstruir estereótipos de estudantes dos cursos “de Exatas”.

Por meio desses dados, foi possível refletir sobre a inclusão e a equidade no ambiente educacional da instituição em que se encontram e se estão comprometidos com uma formação mais inclusiva e livre de preconceitos.

Do total de 11 participantes desta pesquisa:

- Apenas quatro pessoas são mulheres cisgêneros (36,4%), sendo a maior parte composta por homens cis (63,6%), conforme gráfico 1:

Gráfico 1 - Gênero

Selecione seu gênero:

11 respostas



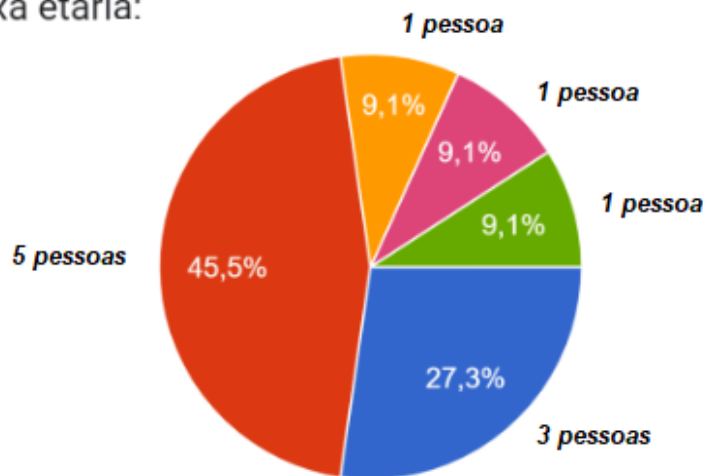
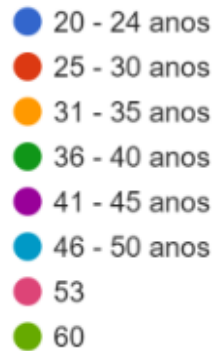
Fonte: autoria própria.

- Quase a metade (45,5% ou 5 pessoas) se encontra na faixa etária entre 25 e 30 anos, seguidos do segundo maior grupo entre 20 e 24 anos (3 pessoas), conforme gráfico 2. Um dado interessante é que dois participantes se declararam respectivamente, com 53 e 60 anos, sendo que um está cursando e o outro é recém-formado.

Gráfico 2 - Faixa etária

Selecione sua faixa etária:

11 respostas



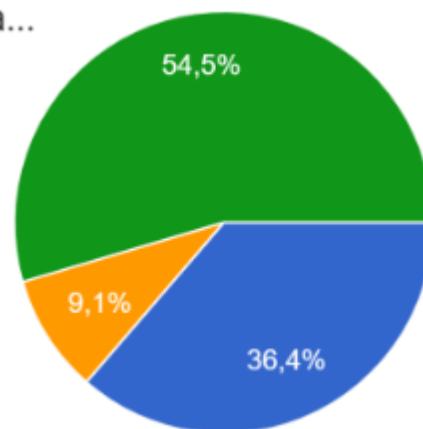
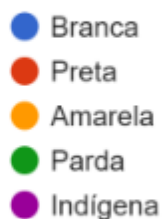
Fonte: autoria própria.

- Mais da metade (54,5% ou 6 pessoas) se autodeclara pardo, seguidos de 4 que se autodeclaram brancos e 1 que se declara amarelo, conforme gráfico 3:

Gráfico 3 - Autodeclaração étnica-racial

Você se declara uma pessoa...

11 respostas



Fonte: autoria própria.

Esses dados podem reforçar uma percepção já compartilhada por estudantes e professores do curso de Licenciatura em Química do IFB Campus Gama: há uma expressiva diversidade étnica, de gênero e idade presente tanto nesse curso quanto nos demais cursos superiores e de nível médio ofertados pela instituição.

Embora a amostra analisada seja relativamente limitada, ela pode indicar que a instituição e o curso em questão acolhem uma diversidade de perfis que não é amplamente representada em outras instituições de ensino superior, especialmente

em cursos da área de “Exatas”, frequentemente associados a um perfil predominante de estudantes homens cisgêneros, brancos e jovens.

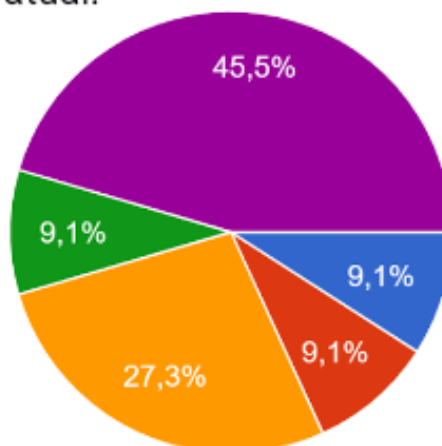
Quanto à situação acadêmica dos participantes do curso, 5 já são formados e 6 estão cursando a Licenciatura em Química, conforme o gráfico 4:

Gráfico 4 - Licenciandos e egressos do curso

Informe seu período de curso atual:

11 respostas

- 5º período
- 6º período
- 7º período
- 8º período
- Egresso/Formado



Fonte: autoria própria.

A estrutura curricular das matrizes do curso, desde o ano de início da oferta do curso na instituição em 2012 até a vigente de 2020, possui o mesmo caráter predominantemente conceitual na organização, hierarquização e divisão dos conteúdos em áreas específicas de Química, Matemática, Física e de Educação, só encontrando nas Práticas de Ensino e estágios supervisionados obrigatórios oportunidades de se promover o encontro das duas grandes frentes do curso: a Química e a Educação.

Em relação às matérias em curso, os licenciandos variam na resposta quanto às componentes curriculares a cursar, mas 4 dos 6 já completaram as componentes até o 5º semestre e os outros 2 possuem algumas pendências em semestres anteriores.

De modo geral, a situação acadêmica dos participantes sugere que eles já deveriam ter assimilado conceitos básicos de Química, tendo aprofundado seus conhecimentos ao ponto de lidar com conteúdos mais avançados e complexos. Por essa razão, espera-se que possuam um raciocínio mais elaborado, bem como modelos mentais mais estruturados e próximos dos modelos científicos, especialmente na Química.

5.3 Dos modelos mentais dos licenciados nas categorias propostas

Os dados gerados pelos licenciandos e licenciados foram identificados com a letra “L” seguida da numeração de 1 a 11 correspondente à resposta de cada participante seguindo o exemplo: respostas do participante 1 geram dados L1, respostas do participante 2 geram dados L2 e assim por diante.

Adicionalmente, os resultados de cada subcategoria foram organizados com base em sentenças afirmativas inferidas a partir da análise dos modelos mentais expressos pelos participantes e das suas duas respostas abertas ao final do formulário, de modo a identificar e agrupar as tendências observadas.

5.3.1 Solubilidade de sais

a. Do retículo cristalino dos sais

- Não considerou o retículo cristalino. (1/11): L2, não desenhou ou mencionou.
- Possui apenas composição definida e, somente na forma de cristais, possui uma disposição espacial definida; (7/11): L1, L3; L4; L5; L6; L10; L11

L1: desenhou o retículo cristalino em geometrias diferentes antes e depois da recristalização, mas só considerou como retículo cristalino, segundo sua legenda quando na forma de cristal, pois houve a formação “a olho nu do retículo”.

L6: não desenhou os retículos em alguma disposição espacial definida ou geométrica, mas diferenciou por nomenclatura como “arranjo cristalino regular” e “estrutura cristalina regular”.

L4: a lógica do desenho ficou muito semelhante ao que foi visualizado macroscopicamente no experimento, mas a legenda adicionou informações de que eram representações de átomos e íons (“bolinhas”) e o cristal NaCl como quadradinho e retângulo. Nas perguntas abertas informou dificuldade em representar, embora não tenha pesquisado.

Assim, foi considerada a hipótese de que para representar o cristal de NaCl ao final do experimento, foi feita a representação macroscópica podendo ou não ter considerado a relação com a conformação cúbica do retículo cristalino a nível submicroscópico do Cloreto de Sódio. Todavia, ainda assim, só considerou a existência do retículo ao final do experimento.

Observamos que a apresentação do sal de cloreto de sódio em pó (pequenos cristais) e em cristais maiores ao final do experimento 1, gerou confusão no

entendimento de retículo cristalino, pois os modelos mentais expressos dos participantes sugerem a existência de um aglomerado de partículas sem forma espacial definida para o pó, tal qual eles perceberam macroscopicamente, e somente depois com a recristalização, e novamente pela perspectiva macroscópica, é que consideraram a existência de uma estrutura reticular.

- Possuem composição e disposição espacial definidas e a apresentação dos sais se diferenciam pelo tamanho dos cristais formados; (3/11): L7; L8; L9

Observamos que somente esses consideraram em seus modelos mentais expressos, uma estrutura geométrica, no caso a cúbica, para o retículo cristalino do sal NaCl tanto antes da dissolução como depois na cristalização, informando a diferença nas formas de apresentação do sal devido ao tamanho dos cristais.

Como exemplo, o participante L7 desenhou dois conjuntos retangulares com 6 “bolinhas” cada representando os retículos cristalinos do antes e depois com as bolinhas próximas em um conjunto de 12 “bolinhas” como forma de exemplificar o crescimento do retículo cristalino na formação do cristal maior, como consequência do resfriamento da solução supersaturada e evaporação da água.

b. Classificação do processo de dissolução:

- Não classificou o processo; (6/11): L2, L4, L5, L6, L10, L11
- Classificou como processo físico; (3/11): L1, L3, L7

L7: comentou que teve que pesquisar para confirmar que dissociações iônicas são processos físicos, pensamento semelhante ao de L8 e L9, pois considerou que as dissociações iônicas surgem do rompimento do retículo cristalino, logo da “quebra das ligações iônicas”.

- Classificou como processo químico; (2/11): L8, L9

L8: considerou que na dissociação iônica houve quebra de ligação iônica, formando íons e na recristalização também porque houve formação de ligação iônica, mas a solvatação com processo físico de “interação elétrica”.

L9: considerou as interações entre sal e água devido à solvatação como processo químico;

c. Representação das forças envolvidas na dissolução

- Não considerou a dissolução (1/11): L2, não desenhou ou mencionou.
- Evidenciou todas as forças envolvidas no processo considerando os

diferentes átomos das substâncias químicas no meio: soluto-soluto; solvente-solvente e soluto-solvente (solvatação); (7/11): L1, L5, L7, L8, L9, L10, L11.

L1: apresentou os átomos da molécula de água como se estivessem ocupando os interstícios de uma estrutura cristalina do sal cloreto de sódio.

Na maioria dos casos, os átomos ou íons dos elementos químicos constituintes foram representados de forma ilustrada como bolinhas com ou sem cargas, ou ainda, por meio dos símbolos dos seus elementos químicos.

Já as forças envolvidas foram representadas variando a distância dessas “bolinhas” ou símbolos dos átomos das substâncias ou por meio de traços entre elas, nesse caso para representar a ligação covalente da molécula de água com suas cargas parciais e em alguns casos, para representar o retículo cristalino do sal antes da solvatação.

- Evidenciou duas das forças envolvidas no processo considerando os diferentes átomos das substâncias químicas no meio: soluto-soluto; soluto-solvente (solvatação); (1/11): L6.

L6: apresentou os íons de cloreto de sódio na forma de bolinhas de cores diferentes assim como a molécula de água como uma única bolinha, todavia, como relacionou a solvatação com um aumento da distância entre os íons Na^+ e Cl^- ao distribuir as “bolinhas” de moléculas de água ao redor, foi considerada a tentativa de demonstrar tal força entre as espécies químicas soluto-solvente.

- Evidenciou apenas uma das forças envolvidas (soluto-soluto) no meio (2/11): L3, L4

L3: representou as espécies químicas (cloreto de sódio e água) como bolinhas de cores diferentes distribuídas, mas não evidenciou o processo de solvatação, sem relacioná-las de alguma forma. No experimento 2, evidenciou os íons do cloreto de sódio, mas não incluiu a água na solvatação.

L4: representou os íons de cloreto de sódio e moléculas de água por meio de “bolinhas” diferentes, distribuídas, mas sem relacioná-las de alguma forma.

d. Insolubilidade do cloreto de prata

- Cita a insolubilidade do cloreto de prata para justificar a precipitação; (7/11): L1, L3, L4, L5, L6, L8, L11.

L3: afirma que “o íon cloreto faz com que Ag^+ se precipite” e no desenho aponta para

“solução de AgCl” ao fundo do béquer, o participante considerou a regra de solubilidade para justificar a precipitação.

L4: só desenhou os íons prata e cloreto com pouco afastamento entre eles, antes de uma seta, e depois eles bem próximos. Considerou a hipótese de justificar a baixíssima solubilidade do composto, mas sem desprezá-la como possibilidade, semelhante ao que L6 fez, por isso foram considerados nesta categoria.

L8: comenta em sua legenda que “a energia de solvatação é menor que a energia de ligação do AgCl, este sal é insolúvel. Ou melhor, muito pouco solúvel, já que o $K_{ps} > 0$ para todo composto iônico, portanto uma quantidade infinitesimal sempre se dissocia em água”.

- Não cita a insolubilidade do cloreto de prata. (4/11): L2, L7, L9, L10.

e. Solubilidade do nitrato de prata

- Não apresentou dados relacionados à categoria; (1/11): L4
- Não é considerada, o composto é apresentado na equação química; (4/11): L1, L2, L3, L5

L3: considerou como baixa solubilidade (cita sua “estrutura molecular”) e relaciona à coloração cinza da solução como indício disso.

- É considerada, por isso, apresenta ilustrativamente o processo de solvatação pela água semelhante ao cloreto de sódio. (6/11): L6, L7, L8, L9, L10, L11

f. Solubilidade do nitrato de sódio

- Não apresentou dados relacionados à categoria; (2/11): L4, L8
- Não é considerada, o composto é apresentado na equação química; (4/11): L1, L2, L5, L9
- É considerada, por isso, faz os desenhos apresentando o processo de solvatação pela água semelhante ao cloreto de sódio; (4/11): L6, L7, L10, L11
- É considerada, por isso, fez o desenho de um béquer com a mistura heterogênea e a solução de nitrato de sódio como uma das fases. (1/11): L3

5.3.2 Reatividade

a. Classificação do fenômeno de formação de novas substâncias

- Não apresentou dados relacionados à categoria; (1/11): L4
- Nomeou como fenômeno químico; (2/11): L1, L8

L8: “íon prata é capaz de reagir com cloreto, formando AgCl”, e novamente reforçou que as dissociações iônicas no preparo das soluções dos sais de NaCl e AgNO₃ também eram fenômenos químicos por considerar a quebra de ligações iônicas.

- Não nomeou como fenômeno químico; (8/11): L2, L3, L5, L6, L7, L9, L10, L11

b. Representação do fenômeno químico:

- Não apresentou dados relacionados à categoria; (1/11): L4
- Representou a formação das novas substâncias (AgCl e NaNO₃) somente com equações químicas; (3/11): L2, L5, L9

L5: o participante representou a formação de substâncias na equação juntamente com a ideia de dupla troca de íons.

- Representou ilustrativamente como uma mistura contendo as substâncias iniciais (símbolos ou bolinhas) e depois uma mistura (símbolos ou bolinhas) com as novas substâncias formadas separadas (AgCl e NaNO₃); (6/11): L1, L3, L6, L7, L10, L11
- Classificou como processo químico a quebra de ligações, oriundas de forças intramoleculares, na formação de novas substâncias devido a um rearranjo de átomos ou moléculas. (1/11): L8

5.3.3 Níveis de representação do conhecimento Químico

a. Submicroscópico:

- modelo de bolas com “bolinhas” de cores diferentes ou tamanhos diferentes ou sinais diferentes para representar átomos, íons ou compostos em algum dos processos; (10/11): L1, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9, L10, L11
- não utilizou tal representação. (1/11): L2

b. Simbólico:

- como legenda; (3/11): L4, L6, L10
- como complemento à representação submicroscópica na substituição de entidades submicroscópicas por símbolos dos elementos químicos ou complemento à representação macroscópica com as fórmulas químicas; (7/11): L1, L3, L5, L7, L8, L9, L11

- como representação principal por meio de equações e fórmulas químicas. (1/11): L2

c. Macroscópico

- como representação da mistura heterogênea formada após reação de precipitação; (2/11): L1, L3
- como representação dos cristais após a recristalização; (1/11): L4
- não utilizou. (8/11): L2, L5, L6, L7, L8, L9, L10, L11

5.3.4 Forma de pensamento

a. Verbal: aliado à representação simbólica e/ou submicroscópica

- Como legenda; (3/11): L4, L7, L10
- Como complemento ou predominância em seu modelo mental expresso. (8/11): L1, L2, L3, L5, L6, L8, L9, L11

b. Visual: na representação submicroscópica pelo predomínio do modelo de “bolas”

- Não representou de forma visual; (1/11): L2
- Não expressou dificuldade em representar o mundo submicroscópico por meio de desenhos; (6/11): L1, L3, L5, L6, L7, L11
- Expressou, explicitamente, dificuldade em representar o mundo submicroscópico por meio de desenhos; (4/11): L4, L8, L9, L10

c. Visual: na representação macroscópica

- Não representou de forma visual; (1/11): L2
- Não utilizou a representação de nível macroscópica; (7/11): L5, L6, L7, L8, L9, L10, L11
- Utilizou na representação do nível macroscópico do estado final dos cristais de cloreto de sódio; (1/11): L4
- Utilizou na representação do nível macroscópico da mistura final após reação de precipitação do cloreto de prata. (2/11): L1, L3

Por fim, quanto às duas perguntas abertas ao final do formulário, 7 dos 11 participantes (L1, L2, L5, L7, L8, L9, L10) revelaram que realizaram pesquisas na *Internet* e somente 4 de 11 não o fizeram (L3, L4, L6, L11).

Das pesquisas realizadas pelos participantes predominou a busca por “retículo cristalino”, além disso, um deles informa que precisou confirmar que a dissociação iônica é um processo físico.

Já quanto às dificuldades ou facilidades encontradas, 7 dos 11 participantes (L1, L2, L4, L7, L8, L9, L10) responderam que tiveram dificuldades ou dúvidas em representar o mundo submicroscópico ilustrativamente, sendo que um deles relatou que ao pensar na dissociação iônica dos sais e o rompimento do retículo cristalino de forma visual, gerou dúvidas quanto ao tipo de processo, pois considera a quebra de ligações como transformação química, mas assimilou que a formação de uma nova substância deixava visualmente claro tal diferenciação de processos físicos e químicos.

E 5 dos 11 participantes (L3, L5, L6, L10, L11) responderam que tiveram facilidade em tratar do conceito de solubilidade.

5.4 Da discussão das tendências dos modelos mentais dos licenciados

Considerando que a compreensão e a representação dos conceitos de solubilidade e de reatividade são aspectos centrais no Ensino de Química e na prática da Química, algumas tendências foram observadas nos modelos mentais expressos pelos licenciados e licenciandos.

É importante iniciar a discussão dos resultados considerando a natureza dos modelos mentais individuais, já discutida no Capítulo 3, que por si só apresenta um caráter finito e simplificado, logo, na sua forma expressa por cada participante, encontrará mais recortes, simplificações e limitações para sua devida expressão.

Embora esse fato ocorra, foi possível observar o raciocínio dos participantes, a preferência por recursos visuais ou textuais, a predominância de uso de níveis de compreensão da Química, as incoerências conceituais e as dificuldades enfrentadas por eles, especialmente porque foi solicitado representações dos fenômenos a partir do nível submicroscópico, ou seja, uma clara instrução para que esse nível predominasse em seus modelos mentais expressos.

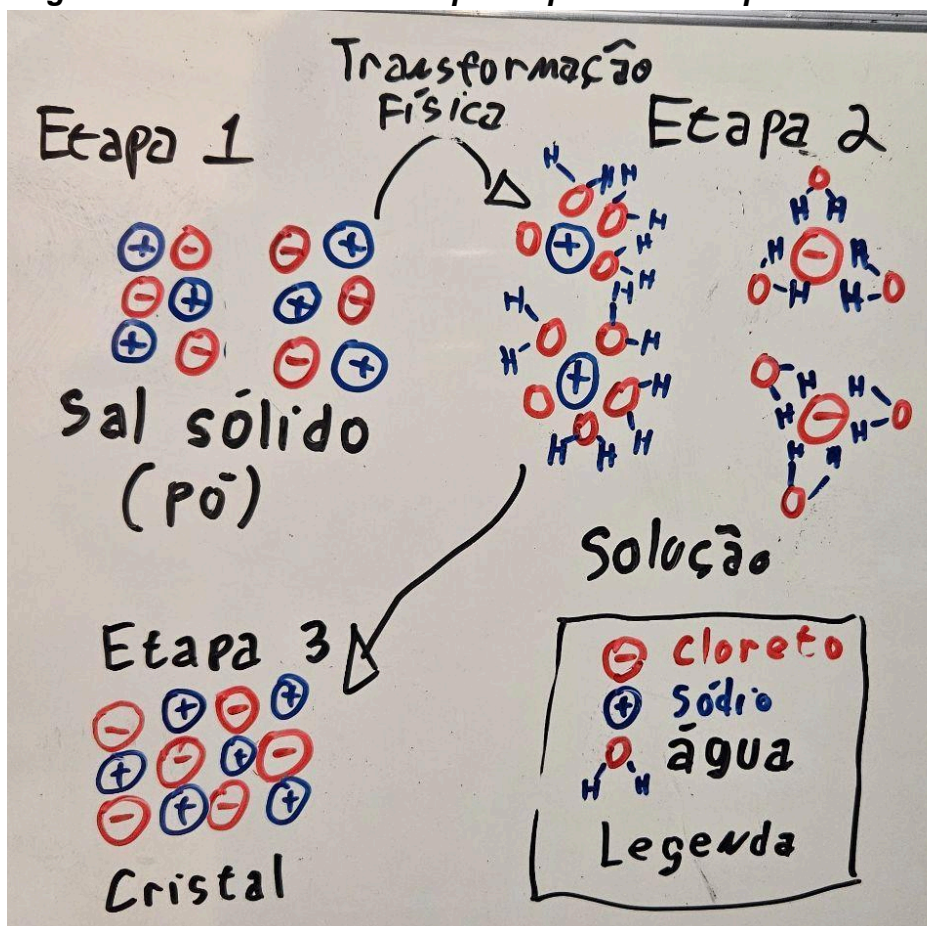
Os modelos mentais expressos pelos participantes demonstraram uma tendência a representações ilustrativas no formato de "bolas" para descrever o mundo submicroscópico, juntamente com uma predominância do nível simbólico e do uso de estratégias discursivas para descrever e diferenciar os fenômenos.

O modelo de “bolas” foi fundamentalmente baseado em átomos esféricos e indivisíveis, sem deformação de nuvens eletrônicas, ou na forma de íons com as seguintes características:

esferas perfeitas (não deformadas); a carga do íon (positiva ou negativa) está concentrada no centro; as interações entre as partículas são de natureza eletrostática, e pode ser usada a Lei de Coulomb para a explicação da formação do sólido cristalino (rede cristalina) (Lima; Núñez, 2012, p. 262).

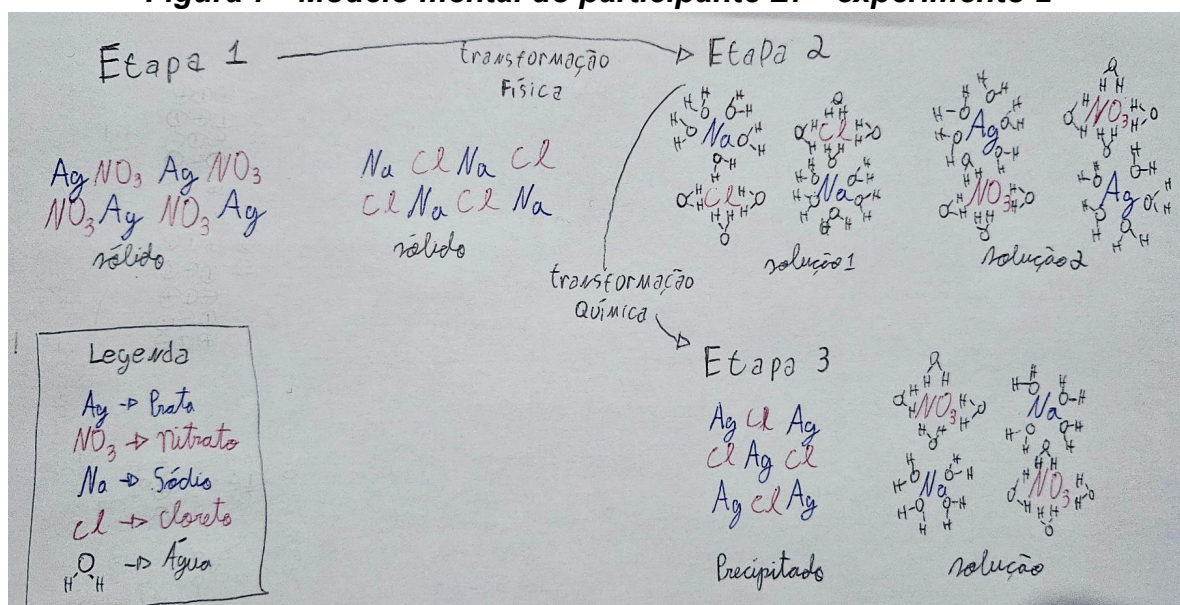
Esse modelo oferece uma representação útil em contextos como identificar visualmente as espécies químicas e as forças existentes entre elas num processo de dissolução ou numa reação química, mas apresenta limitações quando utilizado isoladamente, pois o que os diferencia visualmente é resumido à formação ou não de uma nova substância (figura 6 e 7).

Figura 6 - Modelo mental do participante L7 - experimento 1



Fonte: retirado do formulário eletrônico da autora, 2024

Figura 7 - Modelo mental do participante L7 - experimento 2



Fonte: retirado do formulário eletrônico da autora, 2024

Esse modelo não consegue ilustrar as diferenças energéticas significativas entre ligações químicas e interações intermoleculares, ou seja, a termodinâmica envolvida em processos químicos e físicos, ficando oculta essas informações cruciais para uma compreensão e representação adequada dos conceitos abordados.

Os conceitos de solubilidade e reatividade exigem uma representação que vá além das limitações do modelo de "bolas", os próprios participantes perceberam isso e como forma de superá-la, na maioria dos casos, adotaram outros recursos como o uso do nível simbólico com as equações químicas, uso do nível macroscópico e uso de textos explicativos para explicar as forças e energias envolvidas nos processos de dissociação iônica, solvatação e na formação de nova substância.

Embora o uso de equações químicas possibilite uma representação didática dos processos físicos e/ou químicos, facilitando a identificação das substâncias envolvidas nas transformações entre os estados inicial e final, essas representações compartilham a mesma limitação do modelo ilustrativo de "bolas".

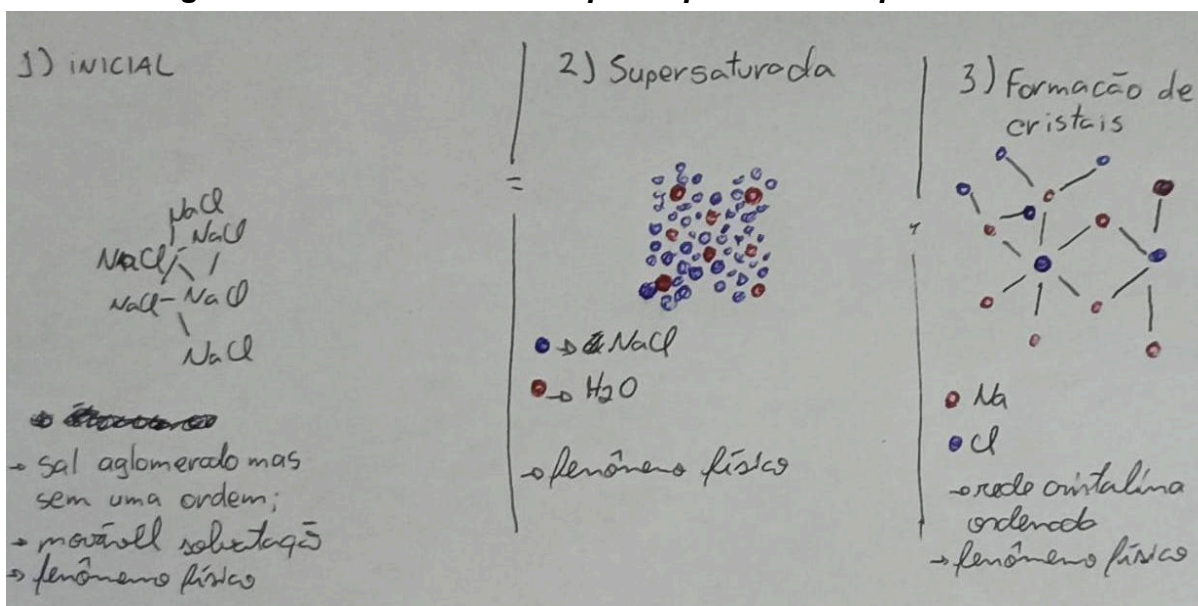
Além disso, a análise do uso dos diferentes níveis e recursos para descrever os fenômenos revelou incoerências conceituais relacionadas ao retículo cristalino, à dissociação iônica, à solvatação e à quebra de ligações. Esses resultados evidenciam dificuldades significativas tanto na representação do nível

submicroscópico quanto na transição entre os diferentes níveis de representação do conhecimento químico.

Para a maioria dos participantes, a presença de um retículo cristalino foi considerada apenas durante o processo de recristalização dos cristais de cloreto de sódio (Figura 8), uma vez que, ao final do experimento, os cristais apresentaram dimensões maiores do que em seu estado inicial (pó ou grânulos finos). Essa percepção foi associada ao aspecto macroscópico da geometria visível, no caso do cloreto de sódio, que possui um formato cúbico.

Esses participantes não consideraram a existência de uma estrutura definida desde o início, representada pela célula unitária, que é a menor unidade da estrutura cristalina. Essa célula conserva a geometria e a simetria dos átomos, suas posições bem definidas e as ligações não direcionais entre eles, permitindo a formação de um arranjo organizado de átomos que se expande progressivamente até resultar em um cristal macroscópico.

Figura 8 - modelo mental do participante L3 - experimento 1



Fonte: retirado do formulário eletrônico da autora, 2024

Além disso, alguns participantes, egressos do curso, interpretaram os processos de dissociação iônica e solvatação como reações químicas, ora por compreenderem a dissociação como uma quebra de ligações iônicas pela dissolução do retículo cristalino (Figura 9), ora por entenderem que a solvatação envolve algum tipo de interação capaz de romper as ligações iônicas do retículo cristalino pelo solvente (Figura 10).

Sabemos que as ligações químicas, também chamadas ligações primárias, podem ser diferenciadas pelo tipo de interação entre os átomos envolvidos: as iônicas e as metálicas que são consideradas não-direcionais, pois se estendem uniformemente em todas as direções, diferentemente das ligações covalentes, que possuem caráter direcional.

Ao visualizar uma estrutura geométrica, alguns participantes inferiram equivocadamente que essas ligações seriam direcionais e que o processo de solvatação, ao desfazer a rede, estaria quebrando essas ligações. Na realidade, os íons permanecem na mesma condição que estavam, apenas interagindo com as moléculas do solvente, sendo possível perceber pelo distanciamento entre os íons nas ilustrações que fizeram, mas alguns deles admitiram uma quebra de ligação iônica.

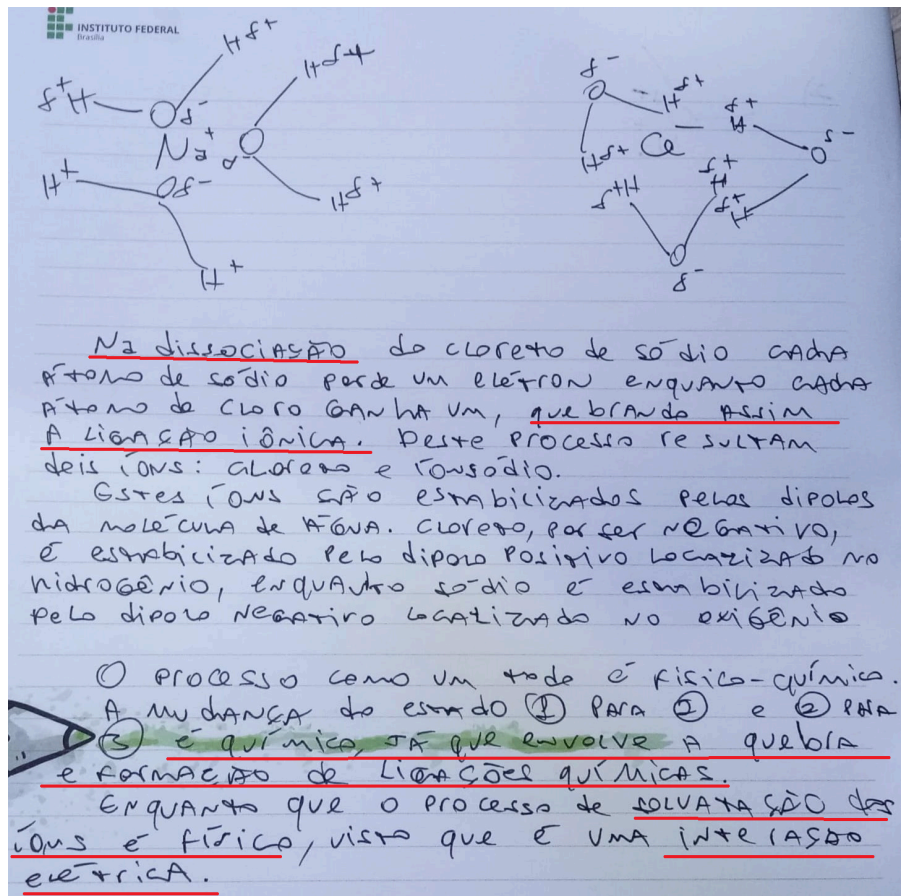
Ou ainda, consideraram a solvatação como processo físico devido às ligações covalentes de cada molécula da água não serem desfeitas na solvatação, contudo, descreveram a dissociação iônica como um processo químico, sob essa perspectiva de rompimento de ligações químicas.

Nos cursos de formação inicial de professores de Química, geralmente o nível mais abordado é o simbólico, que envolve a linguagem específica da Química (Gibin, Setti, 2019, p. 242).

Todavia, os participantes não exploraram nesse nível, o campo matemático das equações e dos gráficos, para descrever as diferenças energéticas envolvidas no processo de dissolução (entalpia de rede, entalpia de dissolução e energia de hidratação) para justificar a liberação dos íons de uma estrutura cristalina.

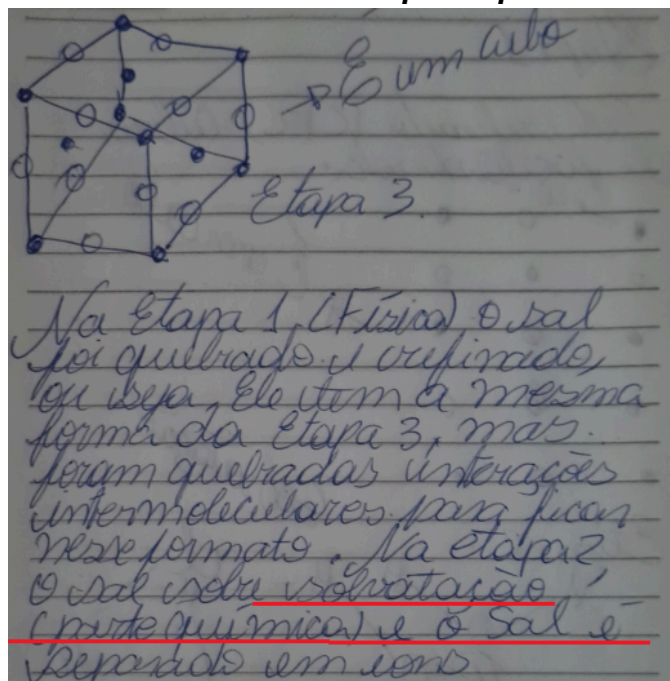
Assim como não trouxeram valores a respeito das energias envolvidas na reação de precipitação do cloreto de prata para calcular a energia livre de Gibbs e tentar justificar a ocorrência da reação, a insolubilidade da prata ou ainda do fenômeno da dissolução para comparar também a diferença na ordem de energia que envolve ligações químicas e forças intermoleculares.

Figura 9 - parte do modelo mental do participante L8 - experimento 1



Fonte: retirado do formulário eletrônico da autora, 2024

Figura 10 - parte do modelo mental do participante L9 - experimento 1



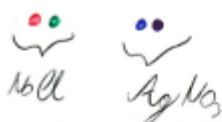
Fonte: retirado do formulário eletrônico da autora, 2024

As representações utilizadas para descrever a insolubilidade do cloreto de prata concentraram-se na demonstração das forças energéticas com base na menor distância entre os átomos do cloreto de prata, atribuída às interações eletrostáticas, em comparação com as interações estabelecidas com as partículas do solvente (Figura 11).

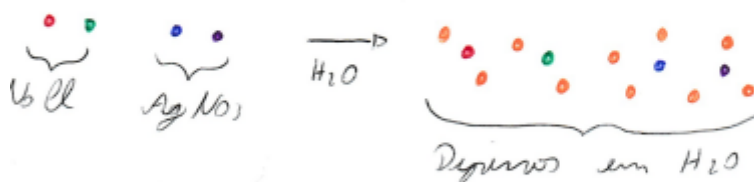
Contudo, essa insolubilidade também poderia ser explicada por um modelo submicroscópico envolvendo a deformação das nuvens eletrônicas, considerando o efeito da polarização. Tal abordagem, porém, requer um raciocínio que integre a variação do caráter iônico-covalente das ligações químicas das substâncias, impactando, assim, as interações intermoleculares com o solvente.

Figura 11 - modelo mental do participante L6 - experimento 2

ETAPA - 1



ETAPA - 2



ETAPA - 3

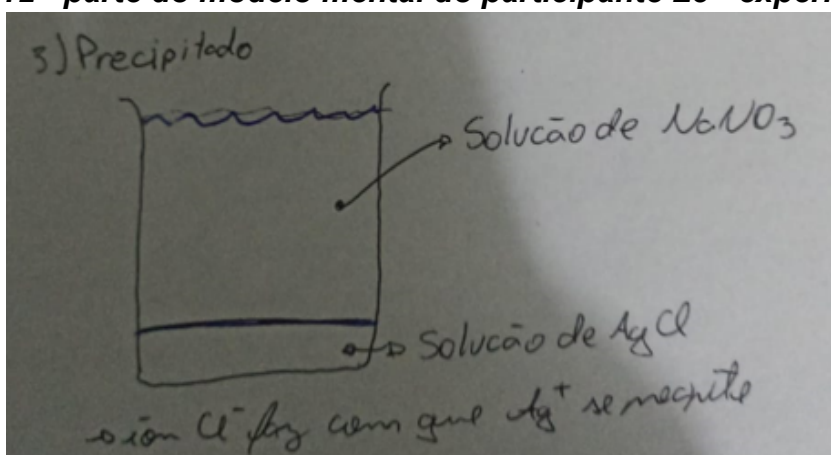


Fonte: retirado do formulário eletrônico da autora, 2024

Observamos também que o modelo de “bolas” não favorece uma representação da dinâmica de uma reação química e a coexistência de forças primárias e secundárias.

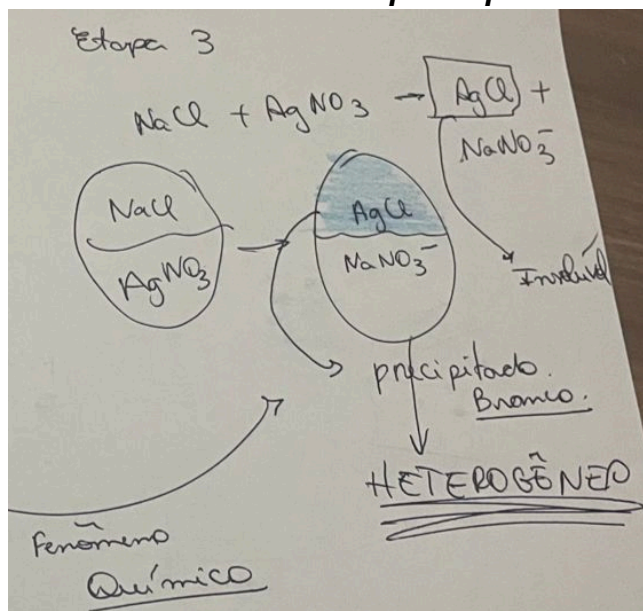
O uso da representação macroscópica (conforme figuras 12 e 13 abaixo), revelou também a dificuldade em representar por algum modelo submicroscópico de forma integrada aos outros níveis de representação que abrangesse essas dinâmicas energéticas.

Figura 12 - parte do modelo mental do participante L3 - experimento 2



Fonte: retirado do formulário eletrônico da autora, 2024

Figura 13 - parte do modelo mental do participante L1 - experimento 2



Fonte: retirado do formulário eletrônico da autora, 2024

Observamos uma clara predominância pelo uso do pensamento escrito em legendas ou em textos explicativos, em detrimento do pensamento visual para construir as representações submicroscópicas.

Inclusive, no uso da escrita, ocorreu “uso indiscriminado de termos antropomórficos e aplicações animistas da regra do octeto, como na alegação de que os átomos têm a tendência a perder ou ganhar elétrons” (Lima; Núñez, 2012, p. 264) ou que “o íon cloreto precipita a prata”, como expresso em um dos modelos mentais acerca do processo reacional do segundo experimento.

Tudo isso evidencia a falta de domínio dos níveis do conhecimento químico, a fragilidade na integração entre eles, intensificado pela prevalência da cultura discursiva nas sociedades ocidentais em detrimento da cultura visual, elementos fundamentais para a formação de um modelo mental preciso e coerente dos fenômenos físicos e químicos a partir dos modelos científicos que o abrangem.

Os dados observados corroboram as observações anotadas por Santos *et al* (2015) quando perceberam uma “confusão ou dificuldade [de] licenciandos em diferenciar uma transformação física de uma transformação química” (Santos; Melo; Andrade, 2015, p. 47).

Uma conexão inadequada entre as representações macroscópicas, simbólicas e submicroscópicas podem levar a uma compreensão limitada, fragmentada ou incorreta dos fenômenos químicos e físicos.

Assim, há necessidade de uma integração mais coesa entre diferentes níveis de representação para favorecer a compreensão da coexistência de forças intramoleculares (ligações iônicas, metálicas, covalentes) e de forças intermoleculares ou interações intermoleculares como forças de dispersão de London, dipolo induzido, dipolo-dipolo, ligações de hidrogênio.

Segundo Lima e Núñez (2012), alguns estudos alertam que tais concepções alternativas dos estudantes podem não se alterar significativamente ao longo do curso superior, expondo deficiências na abordagem desse conteúdo nas instituições de ensino superior.

Os estudantes continuam manifestando concepções inadequadas, mesmo após cursarem várias disciplinas específicas, como foi possível perceber na análise dos dados desta pesquisa, o que contraria a expectativa de que, com o avanço da idade e da instrução, as ideias científicas aceitas aumentem, numa perspectiva de que a aprendizagem de conceitos científicos ocorre empiricamente por descoberta (Mortimer, 2000 apud Gondim; Mendes, 2007).

Essas falhas e contradições nas respostas revelam a formação de modelos mentais não tão consistentes entre os estudantes (Santos; Melo; Andrade, 2015) e que também são encontradas na literatura, não sendo um evento particular dos estudantes, do curso, da instituição ou de um grupo de professores, é sistêmico!

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Já era esperado encontrar modelos mentais incoerentes, incompletos ou inadequados nos resultados desta pesquisa, especialmente no contexto de formação inicial de professores de Química.

Vale destacar que houve receio dos estudantes do curso a participarem da pesquisa e serem identificados, avaliados e expostos de certa forma. Alguns chegaram a relatar que iniciavam a pesquisa, mas desistiram ou protelaram diante das atividades solicitadas.

Nessa pesquisa, não foi levantado dados relativos aos estudantes com alguma deficiência ou transtorno de aprendizagem no curso, o que poderia ter sido um fator interessante para compreender melhor a perspectiva de inclusão da instituição no que se refere o curso de Licenciatura em Química como no próprio processo de ensino-aprendizagem desses estudantes.

Dos participantes que responderam, alguns relataram sentir dificuldades seja para representar seu modelo mental na forma de desenhos seja para interpretar a atividade pedida e imaginar mentalmente imagens de como seriam os fenômenos a nível submicroscópico.

O que foi considerado preocupante na análise dos modelos mentais expressos pelos licenciandos do curso de Licenciatura em Química e seus egressos foi a presença de fragilidades em relação a conceitos fundamentais do conhecimento químico, construtos essenciais no desenvolvimento de outros conceitos químicos.

Verificamos que há dificuldade em associar corretamente as representações visuais do nível submicroscópico com os conceitos teóricos na forma discursiva, indicando que há falhas significativas mesmo após metade do curso superior concluído ou curso finalizado por esses participantes, que não se limita a uma dificuldade particular, mas coletiva, sistêmica.

Segundo o referencial teórico da pesquisa, esse problema não se limita à graduação, ocorre na pós-graduação também, com interpretações semelhantes a estudantes do Ensino Médio, contudo é necessário outras pesquisas e estudos na mesma instituição seja nos cursos de Ensino Médio Integrado ou na Especialização em Ciências Naturais e Matemática oferecida pela instituição nesse *campus*, para analisar essa possibilidade.

No atual curso de Licenciatura em Química ainda há um foco exacerbado no nível simbólico/representacional, presente majoritariamente nas aulas expositivas, e no nível macroscópico/fenomenológico, mais frequente nas aulas experimentais, enquanto o nível submicroscópico/teórico-abstrato, principalmente considerando o aspecto visual dos modelos científicos, é muitas vezes negligenciado ou pouco explorado.

Considerando a faixa etária dos participantes da pesquisa, observou-se que cerca de 70% dos participantes cursou o ensino médio após os anos 2000, ou seja, após as reformas educacionais da LDB (1996) e a divulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (1999), e deveriam ter vivenciado práticas pedagógicas diferenciadas, o que não parece ter sido suficiente para alterar significativamente os seus modelos mentais.

Essa realidade revela a necessidade urgente de reflexão sobre a formação inicial dos professores de Química. No curso, ainda é presente a separação do conteúdo específico das abordagens pedagógicas, refletido na própria estruturação curricular da matriz do curso.

Há predominância de uma prática pedagógica tradicional e conteudista entre os professores da instituição, além do chamado “divórcio” entre as áreas específicas de Química e educacionais e isso se reflete na Educação Básica, pois os professores tendem a reproduzir a abordagem empregada durante a sua formação inicial.

Além disso, verificamos a necessidade de se promover uma matriz curricular de curso, pela comunidade acadêmica, mais próxima dos objetivos da formação docente, assim como na construção de um currículo em que as frentes pedagógicas e específicas da Química, e dentro das áreas específicas da Química, dialoguem entre si e reflitam de fato a nova perspectiva de Educação.

Essa demanda advém da predominância de professores bacharéis com complementação pedagógica ou com pós-graduação em áreas específicas da Química que acabam refletindo na reprodução de um currículo formal distante da realidade e de expectativa de uma educação crítica e reflexiva.

Por isso, a discussão sobre modelos mentais no Ensino de Química desde a formação inicial de professores é tão importante para contribuir com a avaliação e processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, integrando debate sobre os

modelos científicos, análise dos modelos didáticos utilizados em sala de aula do Ensino Superior e da Educação Básica e construção de modelos mentais próprios.

Esse tipo de atividade fomenta o trabalho colaborativo entre professores e licenciandos e os engaja em atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão que integre universidade e escola.

Assim, a par de seus processos mentais, o futuro professor conseguirá enxergar suas limitações e antever limitações dos seus futuros alunos, além de poder realizar uma prática docente crítica e reflexiva considerando o processo de construção dos modelos mentais dos estudantes, tanto na evolução do seu pensamento como no processo de aquisição de conhecimentos, garantindo a construção de uma educação científica aliada aos ideais democráticos de educação para o exercício pleno da cidadania.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil (1988)**. Brasília (DF): Senado Federal, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm> Acesso em 11 fev. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília (DF): Diário Oficial da União, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm> Acesso em 11 fev. 2024.

BRASIL. **Lei nº 13005, de 25 de junho de 2014**. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Brasília (DF): Câmara dos Deputados, 2014. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2014/lei-13005-25-junho-2014-778970-publicacaooriginal-144468-pl.html#:~:text=o%20pr%C3%B3ximo%20dec%C3%AAnio.-,Art.,Independ%C3%AAncia%20e%20126%C2%BA%20da%20Rep%C3%BAblica.&text=Publica%C3%A7%C3%A3o:>>> Acesso em 11 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília (DF): MEC, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>> Acesso em 11 fev. 2024.

BRASIL. **Lei Nº 11.892, de 29 de Dezembro de 2008**: Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/11892.htm>. Acesso em 11 fev. 2024.

CACHAPUZ, A. F. **Do ensino de Ciências: seis ideias que aprendi**. In: CARVALHO, A. M. P. de; CACHAPUZ, A. F.; GIL-PÉREZ, D. (org). O Ensino das Ciências como compromisso científico e social: os caminhos que percorremos. São Paulo (SP): Editora Cortez, 2012, p. 11-32. ISBN: 9788524919800.

CANZIAN, R.; MAXIMIANO, F. A. **Alterações nos sistemas em equilíbrio químico: análise das principais ilustrações presentes em livros didáticos**. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), Brasília (DF): jul 2010, 12 p. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3532383/mod_resource/content/1/Canzian_Maximiano_ENEQ2010.pdf> Acesso em 10 jan. 2024.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social**. Revista Brasileira de Educação, [s. /], v. 22, p. 89-100, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbedu/a/gZX6NW4YCy6fCWFQdWJ3KJh/?format=pdf&lang=pt.>> Acesso em 10 jan. 2024.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J; MORTIMER, E.; SCOTT, P. **Construindo o conhecimento científico na sala de aula**. Revista Química Nova na Escola, [s./], n.

9, p. 31-40, Maio de 1999. Disponível em:
<<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf>> Acesso em 15 jan 2024.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. **A Formação Inicial em Química baseada em conceitos representados por meio de modelos mentais.** Revista Química Nova na Escola, [s.l.], v. 33, n. 8, p. 1809-1814, ago 2010. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/j/qn/a/NLZTMDmmxFZkdCp6cnZcntr/?format=pdf&lang=pt>>
Acesso em 12 mar. 2024

GIBIN, G. B.; SETTI, G. de O. **Capítulo 22: Modelos Mentais de Licenciandos em Química sobre uma Reação de Precipitação.** In: VOIGT, C. L. (org). O Ensino de Química 2. Ponta Grossa (PR): Atena, 2019, p. 240-251. DOI: 10.22533/at.ed.90619260422. Disponível em:
<<https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/modelos-mentais-de-licenciandos-em-quimica-sobre-uma-reacao-de-precipitacao>> Acesso em 12 mar. 2024

GONDIM, M. S. da C.; MENDES, M. R. M.. **Concepções alternativas na formação inicial de professores de química: pressuposto para uma reflexão sobre o processo ensino/aprendizagem.** VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Florianópolis (SC), 2007. Disponível em:
<https://abrapec.com/atas_enpec/vienpec/CR2/p726.pdf> Acesso em 11 mar. 2024.

INSTITUTO FEDERAL DE BRASÍLIA (IFB) *CAMPUS GAMA*. **Estudantes promovem Encontro de Formação Docente em Química.** Brasília (DF): 07 dez. 2016. Disponível em:
<<https://www.ifb.edu.br/gama/12815-estudantes-promovem-encontro-de-formacao-docente-em-quimica-3>>. Acesso em 15 jan. 2024.

INSTITUTO FEDERAL DE BRASÍLIA (IFB) *CAMPUS GAMA*. **Projeto Pedagógico de Curso: Licenciatura em Química.** Brasília (DF): p. 1-114, 2020. Disponível em:
<<https://www.ifb.edu.br/attachments/article/25923/Projeto%20Pedag%C3%B3gico%20do%20Curso%20de%20Licenciatura%20em%20Qu%C3%ADmica,%20no%20%C3%A2mbito%20do%20IFB.pdf>> Acesso em 10 jan. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Pesquisa Inep discute docentes na educação básica.** Assessoria de Comunicação Social do Inep: mai 2024. Disponível em:
<<https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/estudos-educacionais/pesquisa-inep-discute-docentes-na-educacao-basica>> Acesso em 12 jun. 2024.

LIMA, M. E. C. C.; BARBOZA, L. C. **Idéias Estruturadoras do Pensamento Químico: uma contribuição ao debate.** Química Nova na Escola, [s. l.], v. 21, p. 39-43, mai 2005. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a08.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2024.

LIMA, A. de A.; NÚÑEZ, I. B. **A solubilidade dos compostos iônicos: como os licenciandos explicam o comportamento do cloreto de prata?** Revista Ensaio. Belo Horizonte (MG): v. 14, n. 1, p. 257-269, jan-abr 2012. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/j/epec/a/45QMw5TXsgyYXxqxKxXBHfv/?format=pdf>>. Acesso em 15 jan. 2024.

LIMA, W. N. de.; SILVA, E. L.; FERNANDES, A. dos S. **Três níveis do conhecimento auxiliando o estudo de entalpia de combustão**. Anais do V Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual de Goiás (CEPE/UEG): Ciência para redução de desigualdades, v. 5, p. 10, 2018-2019. Disponível em: <<https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/view/13102>> Acesso em 15 jan. 2024.

LIMA, A. de A.; SOUZA, S. R. de; SILVA, S. A. da; **Os Modelos no Ensino de Química: Uma investigação na Formação Inicial de Professores de Química**. VI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI), Salvador (BA): jul 2012, 12 p. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7653/5441>> Acesso em 12 mar. 2024

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professores/ pesquisadores**. 4ª edição. Ijuí (RS): Editora Unijuí, 2013. 424 p. (Coleção Educação em Química). ISBN: 9788541900720.

MEIER, M.; GARCIA, S. **Mediação da aprendizagem: contribuições de Feuerstein e de Vygotsky**. 7ª Edição. Curitiba (PR): 2011. 212 p.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. **A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos**. Revista Química Nova: v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/QZSvNkKHJHG3Wk6XsSd7Phb/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em 15 jan. 2024

OTRANTO, C. R. **A política de educação profissional do governo Lula: novos caminhos da educação superior**. UFRRJ, Rio de Janeiro (RJ), [2011]. Disponível em: <<http://www.anped11.uerj.br/GT11-315%20int.pdf>>. Acesso em 28 mar. 2024.

PIMENTA, G. V.; SILVA, G. B. D. da S.; EUFRÁSIO, A. dos R.; PORTO, A. A.; JUNIOR, N. V. **Os Modelos Mentais Relacionados ao Aprendizado de Sistemas Lineares no Ensino Superior**. Florianópolis (SC): Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia da UFSC, v.5, n.1, p.205-226, 2012. ISSN 1982-153. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37704>> Acesso em 12 mar. 2024.

SANTOS, M. J. dos; MELLO, R. M. A. V. de; CATÃO, V. **Expressão de modelos no ensino de Química: o que pensam os estudantes sobre átomos e moléculas?** Revista Educação Pública, Rio de Janeiro (RJ), v. 23, nº 3, 5 p., 24 jan. 2024. Disponível em <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/23/3/expressao-de-modelos-no-ensino-de-quimica-o-que-pensam-os-estudantes-sobre-atomos-e-moleculas>> Acesso em 12 mar. 2024

SANTOS, A. C. O.; MELO, M. R.; ANDRADE, T. S. **Identificando modelos mentais de Equilíbrio Químico: uma alternativa para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem**. Revista Fórum Identidades, Itabaiana (SE): ano 9, v. 18, p. 35-56, 2015. Disponível em:

<<https://periodicos.ufs.br/forumidentidades/article/view/4752/3973>> Acesso em 12 mar. 2024

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 4ª edição revisada/ atualizada. Ijuí (RS): Editora Unijuí, 2010. 159 p. (Coleção Educação em Química). ISBN: 9788574298894.

SANTOS, W. L. P. dos.; SCHNETZLER, R. P. **Função Social: o que significa ensino de química para formar o cidadão?** Revista Química Nova na Escola, [s. l], nº 4, p. 28-34, 1996. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/pesquisa.pdf>> Acesso em 10 jan. 2024.

SIQUEIRA, R. M.; SILVA, N. S. da; JÚNIOR, L. C. F. **A Recursividade no Ensino de Química: promoção de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo**. Química Nova na Escola: Pesquisa em Ensino, [s. l], v. 33, n. 4, p. 230-238, nov. 2011. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_4/230-PE-8010.pdf>. Acesso em 15 jan. 2024.

SOUSA, B. L. D. de. **Encontro de Formação Docente em Química: História**. Disponível em: <<https://efdqifb.wordpress.com/sobre/>> Acesso em 15 jan 2024.

SOUZA, E. S. R. de. **Capítulo 5: Um olhar sobre a Teoria da Modelagem no Ensino de Física**. In: SANTOS, J. E. B. dos S. (org.). Ensino de ciências e educação matemática 5. Ponta Grossa (PR): Atena, 2020, p. 62-70. DOI: 10.22533/at.ed.1522016065. Disponível em: <<https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/um-olhar-sobre-a-teoria-da-modelagem-no-ensino-de-fisica>> Acesso em 12 mar. 2024.

VALLE; P. R. D.; FERREIRA, J. de L. **Análise de conteúdo na perspectiva de Bardin: contribuições e limitações para a pesquisa qualitativa em educação**. Scielo Preprint: 26 p., 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.7697>> Acesso em 15 jul. 2024

WEBER, S. **Profissionalização docente e políticas públicas no Brasil**. Revista Educação e Sociedade. Campinas (SP): 2003, v. 24, n. 85, p. 1125–1154, dez 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-73302003000400003>> Acesso em 10 jan. 2024

APÊNDICE A — FORMULÁRIO ELETRÔNICO GOOGLE FORMS



TCC - Pesquisa de Campo com graduandos de Licenciatura em Química do 5º ao 8º períodos e egressos - IFB 2024

Caros (as) formandos(as), este formulário é um instrumento de coleta de dados para a realização do TCC (trabalho de conclusão de curso) pela colega de curso, Bianca Luísa Dias de Sousa, do último período.

O tema trata de modelos mentais dos formandos sobre conceitos de solubilidade e reatividade e contempla o tripé do conhecimento da química: o fenomenológico (macroscópico, experimentação,...), o teórico (teorias, definições, conceitos, ...) e o representacional ou simbólico (fórmulas, equações químicas, modelos representacionais, ...).

Peço, gentilmente, a vocês que **respondam** com sinceridade e com calma cada item, **na ordem em que aparecem**, e se atentem ao vídeo e ao enunciado. **Deixem separados papel e caneta.**

Desde já agradeço a participação e colaboração de vocês!

TERMO DE ACEITE E CONSENTIMENTO PARA USO E TRATAMENTO DE DADOS *

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), em uma pesquisa acadêmica e isso se deve ao fato de você já ter concluído no mínimo 50% do curso de Licenciatura em Química do IFB, ou seja, ser graduando do 5º, 6º, 7º ou 8º período do curso ou já ter se formado no curso.

Para confirmar sua participação você precisará ler esse texto e depois selecionar a opção correspondente ao final dele.

A pesquisa será realizada por meio deste formulário online, constituído por 4 questões. Nas duas primeiras você precisará assistir a 2 vídeos curtos de no máximo 3 minutos e elaborar desenhos, registrar em foto e enviar no campo correspondente de acordo com o enunciado. As duas últimas se referem a questões abertas referentes a pesquisa.

A precisão de suas respostas é determinante para a qualidade dessa pesquisa.

O questionário estará disponível para ser respondido no período de 21/5 a 27/06/2024.

Você autoriza, por meio deste termo, que a pesquisadora e colega de curso, Bianca Luísa Dias de Sousa, utilize as suas respostas e imagens geradas para fins EXCLUSIVOS da referida pesquisa científica e com a condição de que esse material, possa ser divulgado em meios científicos, tais como, teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso, artigos em periódicos, congressos e simpósios ou outros eventos de caráter científico-tecnológico desde que preserve o seu direito ao ANONIMATO, ou seja, a sua identificação não será revelada em nenhuma das vias de publicação científica das informações geradas pela pesquisa.

As imagens e respostas ficarão sob a propriedade e a guarda da pesquisadora responsável pela pesquisa. Terão acesso aos arquivos tanto a referida pesquisadora quanto o professor orientador de TCC, Rafael Machado de Sousa.

Você valida esta autorização ao selecionar a opção abaixo.

Declaro que li e aceito o termo.

Selecione sua faixa etária: *

- 20 - 24 anos
- 25 - 30 anos
- 31 - 35 anos
- 36 - 40 anos
- 41 - 45 anos
- 46 - 50 anos
- Outro: _____

Selecione seu gênero: *

- Homem cis
- Homem trans
- Mulher cis
- Mulher trans
- Não-binário
- Prefiro não dizer
- Outro: _____

Você se declara uma pessoa... *

- Branca
- Preta
- Amarela
- Parda
- Indígena
- Outro: _____

Informe seu ano de ingresso no curso de Licenciatura em Química no IFB Campus Gama. *

Sua resposta _____

Informe seu período de curso atual: *

- 5° período
- 6° período
- 7° período
- 8° período
- Egresso/Formado

Informe as componentes curriculares restantes para a sua conclusão do curso (Matriz 2020) OU no caso de Egresso o período e ano de conclusão de curso. *

[Voltar](#)

[Próxima](#)



Página 2 de 5 [Limpar formulário](#)

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Primeiramente você assistirá a um vídeo curto do experimento de **formação de cristais de cloreto de sódio** a partir de uma **solução supersaturada** disponível logo abaixo.

Experimento 1 - cristais de cloreto de sódio



Agora é com você! *

Considere a mudança ocorrida no aspecto visual, à olho nu, que ocorre da etapa inicial do sal sólido (1) para a etapa seguinte quando está completamente dissolvido na solução supersaturada (2).

Agora, repare na mudança desse mesmo aspecto da etapa (2) como solução supersaturada para a etapa final de formação de cristais (3) que difere inclusive do aspecto visual do sal sólido em "pó" visto na etapa 1.

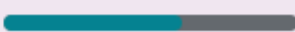
Elabore um desenho (com legendas) do mundo submicroscópico (dos átomos, das moléculas,...) que possa representar essas etapas mencionadas nas mudanças macroscópicas vistas, considerando os conceitos e modelos teóricos aprendidos durante o curso, e classificando os fenômenos ocorridos como físico ou químico.

Faça upload de 1 arquivo aceito: PDF, drawing ou image. O tamanho máximo é de 10 MB.

 [Adicionar arquivo](#)

[Voltar](#)

[Próxima](#)

 Página 3 de 5 [Limpar formulário](#)

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Agora, você assistirá ao segundo vídeo de um experimento de **formação do cloreto de prata** a partir de uma **reação de precipitação**.

Experimento 2: precipitação do cloreto de prata



Agora é com você! *

Considere a mudança ocorrida no aspecto visual, à olho nu, que ocorre da etapa inicial dos sais em seu estado sólido (1) para a etapa seguinte dissolvidos nas suas respectivas soluções (2).

Agora, perceba a mudança de aspecto ao reunir essas duas soluções com a formação de um precipitado branco (3).

Elabore um desenho (com legendas) do mundo submicroscópico (dos átomos, das moléculas,...) que possa representar essas etapas mencionadas nas mudanças macroscópicas vistas, considerando os conceitos e modelos teóricos aprendidos durante o curso, e classificando os fenômenos ocorridos como físico ou químico.

Faça upload de 1 arquivo aceito: PDF, drawing ou image. O tamanho máximo é de 10 MB.

[Adicionar arquivo](#)

[Voltar](#)

[Próxima](#)

Página 4 de 5 [Limpar formulário](#)

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Últimas perguntas...

Comente ao menos uma dificuldade, dúvida e/ou facilidade para traduzir os fenômenos de solubilidade e reatividades dos experimentos anteriores em imagens de representações do mundo submicroscópico. *

Sua resposta


Você consultou algum **material de referência** para responder às questões? **Se sim, mencione** no espaço abaixo ou compartilhe o link. *

Sua resposta

Uma cópia das suas respostas será enviada por e-mail.

[Voltar](#)

[Enviar](#)

 Página 5 de 5

[Limpar formulário](#)

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários