

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

**JOSEANE DA CONCEIÇÃO SOARES DA SILVA**

**ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS, ATIVIDADES E PADRÕES DE  
INTERAÇÕES EM SALAS DE AULA DE QUÍMICA PARA A ABORDAGEM DO  
CONCEITO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO**

**RECIFE – PE**

**2015**

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

**JOSEANE DA CONCEIÇÃO SOARES DA SILVA**

**ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS, ATIVIDADES E PADRÕES DE  
INTERAÇÕES EM SALAS DE AULA DE QUÍMICA PARA A ABORDAGEM DO  
CONCEITO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.  
Orientadora: Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral

RECIFE – PE

2015

Ficha catalográfica

S586a Silva, Joseane da Conceição Soares da  
Análise de estratégias didáticas, atividades e padrões de interações em salas de aula de química para a abordagem do conceito de equilíbrio químico / Joseane da Conceição Soares da Silva. – Recife, 2015.  
142 f. : il.

Orientadora: Edenia Maria Ribeiro do Amaral.

Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Educação, Recife, 2015.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Equilíbrio químico 2. Teoria da atividade. 3. Estratégias didáticas I. Amaral, Edenia Maria Ribeiro do, orientadora II. Título

CDD 507

JOSEANE DA CONCEIÇÃO SOARES DA SILVA

**ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS, ATIVIDADES E PADRÕES DE  
INTERAÇÕES EM SALAS DE AULA DE QUÍMICA PARA A ABORDAGEM DO  
CONCEITO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

---

Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral (Orientadora)

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Marília Gabriela de Menezes Guedes (UFPE)

---

Profa. Dra. Angela Fernandes Campos (UFRPE)

---

Profa. Carmen Roselaine de Oliveira Farias (UFRPE)

Resultado: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

*Dedico esse trabalho de pesquisa primeiramente à minha mãe  
que desde o início da minha graduação sempre  
me incentivou a estudar. Por todo seu amor e carinho.*

*Ao meu pai e irmão que de perto viram todo  
meu esforço e dedicação.*

*À tia Gilda que desde a seleção para o mestrado me deu  
apoio e muitos conselhos. Pelos dias que em sua casa  
fui estudar, já que era o local mais silencioso.*

*Às amigas, que estiveram bem presentes nesse momento de minha  
vida: Flavinha (minha grande incentivadora para o mestrado), Maêstra, Amurya.*

*À Jaqueline e Wivian por todos os momentos  
que passamos de aperto, de confusão, pelas tardes infundáveis pra  
escolher um tema para os artigos,  
pelos congressos da vida, pelos momentos  
de apoio, alegria e de conversas que tivemos.*

*Pelo crescimento profissional que passamos juntas.*

*Dedico também em especial  
a minha querida turma do mestrado por tudo que passamos juntos e por  
todos aqueles que ajudaram de alguma forma  
para que esse trabalho acontecesse. A todos os nossos professores*

*A minha querida orientadora  
Edenia Amaral, pela pessoa e profissional que ela é, um exemplo  
de pessoa do bem. E ao professor Marlón Soares, outro  
exemplo de pessoa maravilhosa, que tanto me inspira profissionalmente.*

## AGRADECIMENTOS

*Os meus sinceros agradecimentos...*

*Primeiramente a Deus por todas as graças derramadas  
durante o período do mestrado;*

*À minha mãe, Ana, que sempre me apoiou e torceu por mim;  
Aos meus familiares, em especial à tia Gilda pelos conselhos;*

*À minha querida orientadora Profa Dra Edenia Maria Ribeiro do Amaral, pelo aprendizado,  
paciência, apoio e carinho;*

*Aos amigos que sempre me apoiaram, especialmente, aos amigos do mestrado que fizeram  
parte comigo dessa caminhada, à Jaqueline principalmente por ser a mais presente nos  
momentos de estudo, dificuldades e descontração. Já que sem suas piadas, loucuras não  
haveria graça;*

*À Wivian Lapa, minha querida amiga, que mesmo não sendo ainda mestranda fez comigo  
uma linda parceria profissional, por todas as situações vividas que não foram poucas, por me  
ajudar juntamente com Jaque na minha coleta de dados, durante os dias que estive  
hospitalizada;*

*Aos professores que participaram da minha pesquisa e escolas que permitiram a minha  
presença em sala de aula...*

*Muito obrigada!*

“A corrida nem sempre é do veloz, nem a batalha  
do mais forte – mas é assim que se aposta.”

**Damon Runyon**

## RESUMO

A presente pesquisa objetivou analisar as estratégias e atividades didáticas adotadas por dois professores de química, para a abordagem do conceito de equilíbrio químico, e como os padrões de interações estabelecidos durante as aulas contribuem para o processo de aprendizagem dos alunos. Por se apresentar como um dos conteúdos químicos de elevada complexidade conceitual e considerado por muitos alunos como de difícil compreensão, esse conceito é de interesse para esta pesquisa. A observação ocorreu em duas escolas, sendo uma pública e outra privada da cidade do Recife/PE, em duas turmas do 2º ano de ensino médio. Essa consistiu de um estudo de natureza etnográfica e foi realizada em três etapas: a entrevista com os professores e análise dos seus planos de aulas, a observação direta e sistemática da sala de aula e a aplicação de questionários aos alunos das suas respectivas turmas. A abordagem utilizada por esses professores é o foco da observação, considerando a relação dos elementos estruturantes da atividade, as estratégias didáticas utilizadas e a dinâmica discursiva produzida ao longo da aula. Para a análise dos dados obtidos foram utilizados como referencial a Teoria da Atividade de Leontiev e a ferramenta analítica para a dinâmica discursiva proposta por Mortimer e Scott (2002). A Teoria da Atividade foi escolhida como referencial para análise por apresentar aspectos importantes para o processo de ensino e aprendizagem, nesse caso, os elementos invariantes ou estruturantes da atividade. A análise da dinâmica discursiva também se apresenta importante para esta pesquisa, pois a partir dessa é possível conhecer como os professores interagem com os alunos na construção de significados em aulas de ciências. A primeira etapa da pesquisa permitiu conhecer sobre o perfil desses professores e o que foi planejado para as aulas sobre o conceito de equilíbrio químico. A segunda etapa que colaborou com a maior parte da pesquisa, possibilitou identificar a estrutura da aula dos dois professores e as estratégias didáticas utilizadas na abordagem do conceito. Sendo a exposição do conteúdo, a estratégia didática utilizada predominantemente, no caso dos dois professores. Com relação à dinâmica discursiva também foi possível identificar que o tipo de discurso interativo/de autoridade esteve presente nas aulas dos dois professores. A última etapa da pesquisa permitiu reconhecer os elementos estruturantes da atividade sob a perspectiva dos alunos que participaram das aulas, sendo os motivos, os objetivos, o conteúdo e as ações, identificados - e que o ensino de conteúdos parece configurar como objetivo principal para estudantes e professores. As situações que possibilitaram uma maior interação entre professor e alunos só foram viabilizadas pelos questionamentos e resolução de questões, realizadas durante a exposição do conteúdo pelos professores, mas isso não foi suficiente para o engajamento dos alunos em uma interação dialógica. Com a análise realizada é possível perceber que outras estratégias e atividades didáticas poderiam ter sido utilizadas, para que assim favorecesse uma maior participação dos alunos no processo de construção do conceito de equilíbrio químico.

**Palavras-chave:** Equilíbrio químico. Teoria da Atividade. Estratégias didáticas.

## ABSTRACT

The present research aimed to analyze the didactical strategies and activities adopted by two professors of chemistry when teaching the concept of chemical equilibrium, and how the patterns of interactions, established during class, contribute to the learning process of the students. By presenting itself as one of the chemical content of high conceptual complexity and considered by many students as difficult to understand this concept it is of interest for this search. The analysis took place at two schools, private and public, in Recife/PE, involving classes of the 2nd year of high school. This consisted of a study of ethnographic nature and was done in three stages: the interview with teachers and analysis of their lesson plans, direct and systematic observation of the classroom and the application of questionnaires to students in their respective classes. The approach used by these teachers is the focus of observation, considering the ratio of structural elements of the activity, the teaching strategies used and the discursive dynamics produced during the class. For the analysis of the data were used as a reference to Leontiev's Activity Theory and analytical tool for the discursive dynamics proposed by Mortimer and Scott (2002). Activity Theory was chosen as a reference for analysis by presenting important aspects of the process of teaching and learning, in which case the invariants or structural elements of the activity. The analysis of the discursive dynamics also appears important for this research because from that is possible to know how teachers interact with students in the construction of meanings in science classes. The first stage of the research allowed to know about the profile of these teachers and what was planned for the classes on the concept of chemical equilibrium. The second step that collaborated with most of the research made it possible to identify the structure of the class of two teachers and the teaching strategies used in the concept approach. And exposure of content, teaching strategy used predominantly in the case of two teachers. Regarding the discursive dynamics was also possible to identify the type of interactive speech / authority was present in the classes of two teachers. The last stage of the research allowed recognize the structural elements of activity from the perspective of the students who participated in the classes, and the reasons, objectives, content and actions identified - and the content of education seems to set the main objective for students and teachers. The situations that allowed greater interaction between teacher and students were only made possible by questions and resolving issues, held during the exhibition content by teachers, but it was not enough to engage students in a dialogic interaction. With the analysis you can see that other strategies and educational activities could have been used, so that favor greater participation of students in chemical equilibrium concept of the construction process.

**Keys-words:** Chemical equilibrium. Theory of activity. Didactical strategies.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Possíveis situações de espontaneidade de um processo.....	37
<b>Quadro 2:</b> Classificação Brasileira dos Recursos Audiovisuais .....	42
<b>Quadro 3:</b> Exemplos de estratégias didáticas.....	44
<b>Quadro 4:</b> Elementos a serem analisados nos questionários.....	61
<b>Quadro 5:</b> Estrutura analítica .....	63
<b>Quadro 6:</b> Intenções do professor .....	64
<b>Quadro 7:</b> Classes de abordagem comunicativa na sala de aula.....	65
<b>Quadro 8:</b> Caracterização de padrões de interação em sala de aula.....	67
<b>Quadro 9:</b> Intervenções do professor .....	68
<b>Quadro 10:</b> Quantidade e duração das aulas .....	71
<b>Quadro 11:</b> Respostas dos professores durante a entrevista .....	74
<b>Quadro 12:</b> Análise dos elementos presentes no plano de ensino de P1 .....	76
<b>Quadro 13:</b> Relação entre os elementos do plano de ensino e o roteiro de observação.....	76
<b>Quadro 14:</b> Elementos presentes na condução da aula (1ª aula).....	79
<b>Quadro 15:</b> Elementos estruturantes da atividade (1ª aula) .....	81
<b>Quadro 16:</b> Estratégias didáticas e aspectos presentes na 1ª aula dos professores analisados	85
<b>Quadro 17:</b> Níveis do conhecimento utilizados durante a 1ª aula.....	87
<b>Quadro 18:</b> Elementos presentes na interação em sala de aula (1ª aula) .....	88
<b>Quadro 19:</b> Elementos presentes na socialização do conhecimento (1ª aula).....	89
<b>Quadro 20:</b> Mapa de atividades da primeira aula de P1 (ministrada dia 18/09/2014).....	90
<b>Quadro 21:</b> Mapa de atividades da primeira aula de P2 (ministrada dia 29/10/2014) .....	91
<b>Quadro 22:</b> Episódios escolhidos para a análise da 1ª aula dos professores.....	93
<b>Quadro 23:</b> Análise do episódio 1.1 - Exemplificando reações em equilíbrio químico .....	93
<b>Quadro 24:</b> Análise do episódio 1.2 - Relação das reações reversíveis com o equilíbrio químico .....	96
<b>Quadro 25:</b> Análise do episódio 1.3 - Utilizando gráficos para exemplificar o conceito de equilíbrio químico .....	99
<b>Quadro 26:</b> Análise do episódio 2.1 - Definindo o equilíbrio químico .....	103
<b>Quadro 27:</b> Análise do episódio 2.2 - Calculando o valor de $K_c$ .....	107
<b>Quadro 28:</b> Análise do episódio 2.3 - Relação entre o quociente de reação e a constante de equilíbrio químico .....	110

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Estratégias didáticas propostas para a abordagem do conceito de equilíbrio químico .....	27
<b>Tabela 2:</b> Respostas dos alunos quanto à motivação.....	116
<b>Tabela 3:</b> Categoria 1 - Motivos descritos pelos alunos.....	117
<b>Tabela 4:</b> Categoria 2 - Objetivo da aula segundo os alunos .....	118
<b>Tabela 5:</b> Relação dos alunos que afirmaram ter aprendido o conteúdo abordado .....	119
<b>Tabela 6:</b> Categoria 3 - Descrição dos alunos quanto ao que aprenderam sobre o conteúdo abordado .....	119
<b>Tabela 7:</b> Categoria 4 - Respostas dos alunos quanto às ações a serem desenvolvidas por eles .....	121

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Níveis da estrutura da atividade.....	48
<b>Figura 2:</b> Estrutura da atividade .....	49
<b>Figura 3:</b> Aspectos identificados na pesquisa .....	69
<b>Figura 4:</b> Estrutura da aula: elementos analisados.....	70

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>EDEQ</b>	Encontro de Debates Sobre o Ensino de Química
<b>ENEM</b>	Exame Nacional do Ensino Médio
<b>ENEQ</b>	Encontro Nacional de Ensino de Química
<b>ENPEC</b>	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
<b>OCEM</b>	Orientações Curriculares para o Ensino Médio
<b>PCNEM</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
<b>QNESC</b>	Revista Química Nova na Escola
<b>RASBQ</b>	Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
CAPÍTULO 1 .....	22
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	22
1.1.O CONCEITO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO E O ENSINO DE QUÍMICA .....	23
1.1.1.O conceito de equilíbrio químico sob duas perspectivas diferentes: possibilidades de abordagem em sala de aula.....	30
1.1.1.1.O conceito de equilíbrio sob a perspectiva da cinética química.....	31
1.1.1.2.O conceito de equilíbrio sob a perspectiva da termodinâmica .....	35
1.2.ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E SUA IMPORTÂNCIA PARA O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM.....	40
1.3CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA ATIVIDADE PARA O PLANEJAMENTO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM.....	46
CAPÍTULO 2 .....	53
METODOLOGIA.....	53
2.1. ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA .....	53
2.2. SUJEITOS DA PESQUISA .....	55
2.3. COLETA DOS DADOS.....	56
2.4. PROCEDIMENTOS DE PESQUISA .....	58
2.4.1. Etapa 1: Entrevista com os professores .....	58
2.4.2. Etapa 2: Observação da sala de aula.....	59
2.4.3. Etapa 3: Aplicação dos questionários aos alunos .....	60
2.5. ANÁLISE DOS DADOS .....	61
2.5.1. A estrutura analítica do discurso de sala de aula e as estratégias didáticas propostas para o ensino de equilíbrio químico .....	63
2.5.2. Organização e Sistematização dos dados - Aspectos da etnografia interacional .....	69
2.5.3. Escolha dos episódios de ensino e a unidade de análise do discurso da sala de aula.....	72
CAPÍTULO 3 .....	73
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	73
3.1. ANÁLISE DA ENTREVISTA E DO PLANO DE AULA.....	73
3.2. ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS COM A OBSERVAÇÃO DAS AULAS .....	78
3.2.1. Análise da estrutura da aula dos professores .....	80
3.2.2. Estratégias didáticas presentes na abordagem utilizada pelos professores.....	84
3.2.3. Análise da dinâmica discursiva nas aulas dos professores .....	88
3.2.3.1. Análise dos episódios extraídos dos mapas de atividade .....	93
3.3. ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS AOS ALUNOS .....	115
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	124

REFERÊNCIAS .....	129
APÊNDICE	

## INTRODUÇÃO

Falar das disciplinas das áreas científicas sem considerar a necessidade dos conceitos científicos para a articulação entre os diversos conhecimentos produzidos seria algo no mínimo difícil. O ensino de conceitos científicos é fundamental para as mais diversas áreas do conhecimento. A aprendizagem de novos conceitos permite aos estudantes um novo modo de falar e compreender o mundo. Para Lima et al (2011), os conceitos são instrumentos de mediação pelos quais interpretamos e interagimos com as realidades que nos cercam. Dessa forma, quando bem trabalhados na aula, os conceitos científicos contribuem para uma aprendizagem mais significativa.

Partindo da premissa que “ensinar é organizar as condições exteriores para que se processe a aprendizagem” (SANT’ANNA; MENEGOLLA, 2011, p. 35), consideramos que o processo de ensino e aprendizagem é um processo mediado. Em sua prática, o professor estabelece os meios e os recursos que o auxiliarão durante o processo educativo. Para Sant’anna e Mengolla (2011), estes auxiliam ambos os personagens do processo, o professor e o aluno. Dessa forma, entendemos que as estratégias didáticas estabelecidas pelo professor são os meios para ensinar os conteúdos escolares, e os recursos, todos os materiais utilizados durante as aulas, como por exemplo, o livro didático.

Na prática educativa a compreensão dos conceitos de ensino e de aprendizagem só pode ser feita em consonância (CORDEIRO, 2007). Isso porque tudo o que é planejado em função da ação de ensinar (ação docente) apresenta como objetivo produzir alguma aprendizagem no aluno. Nesse sentido, um termo que agrupa as ações desenvolvidas pelos personagens do processo é o de atividade. Segundo Zabala (1998, p. 17) a atividade ou tarefa pode ser definida como,

“uma unidade básica do processo de ensino e aprendizagem, cujas variáveis apresentam estabilidades e diferenciação: determinadas relações interativas professor/alunos e alunos/alunos, uma organização grupal, determinados conteúdos de aprendizagem, certos recursos didáticos, uma distribuição do tempo e do espaço, um critério avaliador; tudo isto em torno de determinadas intenções educacionais, mais ou menos explícitas.”

Sendo parte da prática educativa, podemos identificar que a atividade didática desenvolvida durante as aulas integra as atividades de ensino e de aprendizagem. As primeiras são desenvolvidas pelo professor de maneira a favorecer a aprendizagem dos alunos. E

atividade de aprendizagem, comumente chamada de tarefa, é aquela a qual os alunos vão realizar. Esta última ainda poderia ser descrita como Rangel (2005) defini atividade: as ações dos alunos orientadas pelos procedimentos, no sentido de (re)construírem o caminho do conhecimento.

Isto nos leva a considerar, sobretudo, as atividades de ensino e de aprendizagem como atividades humanas que apresentam uma relação importante para o processo educativo, na qual os alunos ao entrarem em contato com o conhecimento socialmente construído podem se desenvolver. Sendo assim, contribuem para essa discussão os aspectos presentes na Teoria da Atividade de Leontiev, a qual traz a atividade como uma forma de relação do homem com o mundo, dirigida por motivos, por fins a serem alcançados (OLIVEIRA, 1995). Esta que é um dos desdobramentos da psicologia histórico-cultural desenvolvida por Vigotski (LIBÂNEO, 2004a).

Segundo Duarte (2001), essa teoria apresenta-se como referencial teórico-metodológico multidisciplinar para pesquisas na área educacional. Isto nos leva a considerar os aspectos presentes nessa teoria, como fundamentais para a discussão da temática e como referencial para a análise das aulas dos professores, como por exemplo, a relação entre os componentes (ou elementos estruturantes) da atividade. Neste caso, as ações desenvolvidas pelo sujeito apresentam uma relação com os objetivos da atividade, e para que estes sejam alcançados determinadas operações podem ser realizadas. Portanto, a teoria da Atividade se apresentou adequada como referencial teórico para a pesquisa aqui descrita.

Com base na perspectiva sociohistórica, a Teoria da Atividade foi proposta por Leontiev e apresenta influência dos estudos de Vigotski. Segundo esta, a atividade é um processo que é eliciado e dirigido por um motivo - aquele no qual uma ou outra necessidade é objetivada (LEONTIEV, 1978). Esta apresenta uma estrutura que é considerada invariante e formada basicamente por: um sujeito, um objeto, os motivos, o objetivo, o sistema de operações, a base orientadora da ação, os meios e condições de realização e o produto (NÚÑEZ, 2009).

Aquele que realiza a ação é o sujeito, que no caso da atividade didática realizada em sala de aula, não está isolado, mas faz parte do grupo social presente nesta. Dessa forma, o sujeito está em um contexto social e histórico que possibilita o seu desenvolvimento dependendo dos tipos de aprendizagem por ele realizadas. Este sujeito age de acordo com os motivos da atividade a partir das ações, já os motivos estão diretamente associados à satisfação de uma ou várias necessidades. Segundo Leontiev (1978), há sempre um objeto que motiva a ação do sujeito, sendo assim, uma necessidade do sujeito em relação a algo. O objeto

é, portanto, para onde é dirigida a ação. Estes são alguns dos aspectos presentes na teoria da Atividade considerados importantes para a compreensão do que foi desenvolvido neste trabalho, a estrutura invariante da Atividade.

Como descrito anteriormente, a Teoria da Atividade foi influenciada pelos estudos de Vigotski, sendo um dos conceitos de origem vigotskiana que influencia o entendimento da atividade realizada pelo sujeito, a mediação. “Mediação, em termos genéricos, é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa, então de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento” (OLIVEIRA, 1995). Para Leontiev, a atividade é nesse caso, uma das maneiras do homem se relacionar com o mundo.

Considerando o contexto educativo aqui apresentado, a atividade didática seria a forma de relação mais comum identificada no processo de ensino e aprendizagem. Sem esquecer que esse processo não é feito de modo isolado, mas socialmente, através das interações entre os indivíduos. A ideia de que o homem é um ser social por natureza, remete a necessidade de que interação entre os indivíduos aconteça. “É na relação com o próximo, numa atividade prática comum, que este por intermédio da linguagem, acaba por se constituir e se desenvolver como sujeito” (DAVIS et al, 1989, p.50). Dessa forma, a atividade didática realizada no processo educativo é importante para o desenvolvimento dos sujeitos.

Este desenvolvimento é promovido pelas interações, a partir do discurso produzido pelos sujeitos envolvidos no processo. Moll (1996) baseando-se na teoria vigotskiana, afirma que há uma forte conexão dialética entre a atividade prática externa mediada por instrumentos culturais, como o discurso e a escrita e a atividade intelectual do indivíduo. Essa afirmativa nos faz perceber a importância do discurso produzido durante as atividades de ensino e aprendizagem para a construção dos conceitos científicos em sala de aula.

Mortimer e Scott (2002) afirmam que o interesse sobre o processo de significação em salas de aula de ciências vem ganhando o interesse das pesquisas em Educação em Ciências, sendo assim influência da psicologia sociohistórica. Isto afirma a necessidade de conhecer mais sobre como o discurso interfere nesse processo. Contribuindo com esse tipo de pesquisa, Mortimer e Scott (2002) apresentam uma ferramenta que permite analisar a forma como os professores podem agir para guiar as interações que levam a construção dos significados em aulas de ciências. A estrutura da ferramenta analítica desenvolvida por eles apresenta cinco aspectos que se relacionam entre si: as intenções do professor, o conteúdo, a abordagem comunicativa, os padrões de interação e as intervenções do professor. Esses aspectos são agrupados em termos de focos do ensino, a abordagem e as ações. Sendo estas últimas de interesse para a nossa pesquisa.

Considerando o ensino dos conceitos científicos nas aulas de ciências, podemos dizer que a compreensão desses depende do tipo de estratégia didática adotada pelo professor e do discurso produzido, ou seja, da abordagem desenvolvida nessas aulas. Pode depender também das relações que esse conceito apresenta com outros conceitos, já que “um conceito além de não existir isolado, se constitui numa rede de outros, como produto de uma elaboração racional da experiência dos sujeitos” (LIMA et al, 2011, p. 860).

Ao se tratar da química, podemos dar destaque ao conceito de equilíbrio químico. Sua compreensão depende de outros conceitos como o de reação química, reversibilidade, balanceamento de equações, espontaneidade, energia livre entre outros, ou seja, esse apresenta uma elevada complexidade conceitual. É um dos conceitos que está entre os mais exigidos em vestibulares e apresenta-se, como conteúdo de difícil compreensão (MAIA et al., 2005; MACHADO e ARAGÃO, 1996; CASTRO e MAGALHÃES, 2010; HERNANDO et al., 2003), tanto no ensino médio como no superior. Muitos alunos não compreendem o aspecto dinâmico do equilíbrio químico (MACHADO; ARAGÃO, 1996), não conseguem explicar o que ocorre num sistema em equilíbrio químico quando alguma perturbação ocorre (BROIETTI; PASSOS; FILHO, 2013), consideram que há uma igualdade das concentrações de reagentes e produtos quando estabelecido o equilíbrio químico (GOMES; RECENA, 2008). Estas são algumas das muitas dificuldades apresentadas nas pesquisas acerca do conceito de equilíbrio químico. E como podemos perceber, elas ainda persistem entre os alunos, pois temos um intervalo de tempo considerável entre as pesquisas de Machado e Aragão (1996) e de Broietti, Passos e Filho (2013) e elas ainda são retratadas, o que nos bastante atenção. Isto nos leva a pensar no processo educativo que ocorre durante as aulas sobre esse conceito, nos tipos de abordagens que são desenvolvidas pelos professores que favorecem ou não a aprendizagem dos alunos, ou até mesmo, a superação dessas dificuldades apresentadas nas pesquisas com relação a esse. Por esse motivo esse conceito é de interesse para esta pesquisa.

Considerando a particularidade do conhecimento químico, nesse caso, os seus diferentes níveis, podemos pressupor que a diversificação das estratégias didáticas a serem utilizadas pode colaborar com a minimização das dificuldades acerca do conceito de equilíbrio químico. Baseando-se nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) e nos documentos mais recentes, como as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCM), que apontam a importância da participação efetiva do estudante no diálogo mediador da construção do conhecimento e de um Ensino de Química que possa contribuir para uma visão mais ampla do conhecimento, possibilitando além da compreensão do mundo

físico a formação para cidadania (BRASIL, 2000), compreendemos que os professores apresentam a tarefa de organizar bem a atividade didática a ser realizada, identificando as estratégias adequadas para que os conceitos científicos sejam trabalhados satisfatoriamente. De modo a favorecer essa participação mais efetiva dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, proporcionando assim uma aprendizagem mais significativa.

É sabido que o processo de ensino e aprendizagem necessita de um adequado planejamento, no qual o professor deve saber o que vai ensinar, quais os objetivos deseja alcançar, quais as estratégias que devem ser utilizadas e como deve avaliar adequadamente a aprendizagem dos seus alunos. Bodernave e Pereira (2012) afirmam que definir as estratégias é o passo seguinte após a determinação dos objetivos, sendo elas facilitadoras da passagem dos alunos da situação em que se encontram até alcançarem os objetivos pretendidos.

Entendemos que as estratégias didáticas podem ser descritas da mesma forma que as estratégias de ensino - “a ordenação sequencial de procedimentos, iniciando-se pelo diagnóstico e concluindo-se pela avaliação” (SANT’ANNA; MENEGOLLA, 2011, p. 48). Tal diagnóstico proporciona ao professor identificar as concepções prévias dos alunos quanto ao conteúdo a ser trabalhado, permitindo assim a escolha das estratégias didáticas adequadas para o processo de ensino. Por sua vez, a avaliação pode resultar em um *feedback* sobre essas estratégias, se elas permitiram ou não a aprendizagem dos alunos. Sendo assim, as estratégias de ensino podem ser definidas, como um plano de ação, o qual oferece uma visão conjunta e planejada do processo de ensino e aprendizagem (SANT’ANNA; MENEGOLLA, 2011).

Para o ensino do conceito de equilíbrio químico, diferentes estratégias didáticas são descritas nas pesquisas em Ensino de Ciências. Alguns trabalhos trazem como estratégia válida para o ensino do conceito de equilíbrio químico o uso de analogias (GARRITZ; RAVIOLO, 2008). Maia et al (2005) trazem a experimentação como estratégia didática válida. Já Soares et al (2003) propõem a utilização de um jogo didático para o ensino desse conceito. Com relação à perspectiva que pode ser utilizada na abordagem do conceito, Sabadini e Bianchi (2007) propõem que o ponto de vista da termodinâmica é mais adequado do que a cinética. Portanto, estas são algumas das possibilidades apresentadas nessas pesquisas.

A partir do conceito de equilíbrio químico, muitos fenômenos podem ser compreendidos, como por exemplo, a reação de formação e decomposição da camada de ozônio, sendo esta importante para a nossa proteção contra os raios ultravioleta. Segundo a perspectiva da cinética química, quando duas reações inversas ocorrem com velocidades iguais, sob condições específicas de pressão e temperatura, o sistema está em equilíbrio

químico. Nesta situação as concentrações das substâncias presentes no equilíbrio permanecerão constantes. Para a termodinâmica, quando as moléculas presentes no sistema estiverem em condições de assumir um estado de energia mínima e um direcionamento a um estado de máxima entropia, o estado de equilíbrio químico é atingido (MAHAN, 2003).

Para sistemas à temperatura constante, essa combinação entre energia e entropia é conhecida como energia livre, e quando esses atingirem um mínimo de energia livre, podemos dizer que estão em situação de equilíbrio químico. Como podemos perceber essa última perspectiva apresenta-se como mais abrangente ao entendimento do que é o equilíbrio químico do que a primeira. E a partir daí, pode ser entendido como um sistema responderá às alterações nas condições de concentração, volume e temperatura, o conhecido princípio de Le Chatellier. Este permite uma visão qualitativa do sistema em relação a essas condições.

Sendo assim, considerando a importância do conceito de equilíbrio químico para o Ensino da Química e que a abordagem que será desenvolvida pelo professor em suas aulas influencia a aprendizagem dos alunos, buscamos responder a seguinte questão de pesquisa:

**Que estratégias e atividades didáticas professores adotam para a abordagem do conceito de equilíbrio químico em aulas de química, e como estabelecem interações com os alunos a partir dessas estratégias?**

Este questionamento representa a necessidade de conhecer que abordagens (estas englobam desde as estratégias aos discursos utilizados nas aulas) são desenvolvidas por professores de ensino médio da disciplina de Química e como elas influenciam a aprendizagem dos alunos com relação ao conceito de equilíbrio químico. A pesquisa foi realizada em duas escolas distintas, uma da rede pública e uma da rede privada, e ocorreu no segundo semestre de 2014. Os professores participantes foram aqueles que se dispuseram gentilmente abrir as suas salas de aula para que essa pesquisa ocorresse, já que esta foi uma das dificuldades apresentadas durante a mesma. Foram escolhidas turmas do ensino médio, pois pressupomos ser o primeiro contato com o conceito em sala de aula.

Todavia, acreditamos que essa discussão pode contribuir para a melhoria do ensino e aprendizagem dos conceitos químicos, em especial o conceito de equilíbrio químico, uma vez que pode levar a uma reflexão sobre como as abordagens que são desenvolvidas, quais estratégias didáticas e o tipo discurso adotado pelo professor que promovem a participação dos alunos na construção do conhecimento abordado. Desse modo, para esta pesquisa foram estabelecidos os objetivos apresentados a seguir.

## Objetivo geral

Analisar estratégias, atividades didáticas e padrões de interações estabelecidos por professores em sala de aula para o ensino e a aprendizagem do conceito de equilíbrio químico.

## Objetivos específicos

- Identificar estratégias didáticas adotadas por professores de química em aulas sobre equilíbrio químico;
- Analisar os elementos estruturantes das atividades realizadas por professores na abordagem do conceito de equilíbrio químico;
- Analisar padrões de interação estabelecidos por professores de química durante aulas sobre equilíbrio químico e avaliar a resposta dos alunos a essas interações.

O presente estudo está organizado em três capítulos. O primeiro capítulo *Fundamentação Teórica*, este contém três tópicos nos quais apresentamos o conceito de equilíbrio químico e duas perspectivas diferentes para sua abordagem, cinética e termodinâmica. Uma discussão acerca da importância das estratégias didáticas para o processo de ensino e aprendizagem, trazendo algumas possibilidades para a abordagem desse conceito. Neste ainda, as contribuições da Teoria da Atividade para o processo de ensino e aprendizagem, como a estrutura invariante da atividade pode ser utilizada para o planejamento das aulas. O segundo capítulo *Metodologia*, apresenta os aspectos referentes à abordagem metodológica desenvolvida nesta pesquisa. Sendo descritos os sujeitos da pesquisa, como foi realizada a coleta dos dados, os procedimentos e a análise dos dados. O terceiro capítulo *Resultados e Discussão*, apresenta como foi realizada a análise dos dados coletados durante a pesquisa. E finalizando temos as *Considerações Finais*. Boa leitura!

## CAPÍTULO 1

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os conceitos científicos podem ser abordados durante as aulas de formas distintas. A aprendizagem desses conceitos é influenciada pela estrutura da aula desenvolvida, pelas estratégias didáticas estabelecidas e o tipo de discurso desenvolvido durante a abordagem desses conceitos, sendo assim, a ação docente é importante para que essa aprendizagem aconteça satisfatoriamente, pois o professor é o sujeito responsável pela organização da atividade didática. O conceito de equilíbrio químico, nesse caso, é o conceito de interesse desta pesquisa, pois este é um dos conceitos centrais no estudo da Química e a partir deste diversos fenômenos podem ser compreendidos. Sendo este também considerado por muitos alunos, um conceito de difícil compreensão.

Para o planejamento das aulas de química podem ser utilizados os aspectos presentes na Teoria da Atividade de Leontiev, nesse caso, a estrutura da atividade. Esta é considerada como um desdobramento da perspectiva sociohistórica (LIBÂNEO, 2004a) e apresenta aspectos importantes para o processo de ensino e aprendizagem. Um dos elementos desta estrutura é o motivo, este está diretamente associado à satisfação de uma ou várias necessidades (LEONTIEV, 1978). Dessa forma, essa teoria é considerada como um recurso metodológico que pode ser utilizada também para o planejamento de estratégias didáticas (NÚÑEZ, 2009). Todavia, para a pesquisa aqui realizada, esta foi utilizada como referencial para a análise das aulas dos sujeitos pesquisados.

Entender como as estratégias didáticas são propostas para a abordagem do conceito de equilíbrio químico e o tipo de discurso produzido durante as aulas permite compreender a influência destas para a aprendizagem dos alunos. Dessa forma, entendemos que essas são também elementos de mediação do processo de ensino e aprendizagem, não sendo assim, qualquer estratégia que permitirá a aprendizagem dos conceitos trabalhados na escola.

Neste capítulo são apresentados elementos fundamentais para a nossa pesquisa. Buscando compreender como a estrutura das aulas desenvolvidas pelos professores pesquisados, influenciam o processo de ensino e aprendizagem do conceito de equilíbrio químico, são apresentados aspectos importantes para essa discussão. O primeiro tópico deste capítulo, *O Conceito de Equilíbrio Químico e o Ensino de Química*, apresenta a importância

desse conceito para o ensino de química, duas perspectivas possíveis para sua abordagem e algumas propostas de estratégias didáticas presentes em pesquisas da área de Ensino de Ciências para o ensino desse conceito.

O segundo tópico, *Estratégias didáticas e sua importância para o processo de ensino e aprendizagem*, traz uma discussão acerca da importância e da relação entre as estratégias didáticas e o processo de ensino e aprendizagem, especificamente para as aulas de química.

No terceiro tópico da fundamentação, *Contribuições da Teoria da Atividade para o planejamento do processo de ensino e aprendizagem*, são apresentados os principais aspectos com relação à estrutura invariante da atividade que contribuem para o processo de ensino e aprendizagem.

### 1.1. O CONCEITO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO E O ENSINO DE QUÍMICA

O conceito de equilíbrio químico é fundamental para compreensão de muitas reações químicas. Segundo Raviolo (2007, p.416), “*el equilibrio químico constituye un tema central en el aprendizaje de la química porque completa el estudio de la reacción química, principal objeto de estudio de esta ciencia*”. Dessa forma, o conhecimento desse conceito possibilita compreender a ocorrência de diversas reações químicas, como a produção de amônia (Processo Haber-Bosch), a formação de estalactites e estalagmites, a formação e decomposição do ozônio, a dissociação da hidroxiapatita (mineral constituinte dos dentes) e da fluorapatita (componente formado com a utilização dos cremes dentais) em meio aquoso, o equilíbrio ácido carbônico/hidrogenocarbonato presente no sangue, o escurecimento das lentes fotossensíveis, entre outras.

A reversibilidade das reações é uma característica dos sistemas em equilíbrio químico, sendo assim, todos os equilíbrios químicos são dinâmicos (ATKINS, 2001). Nas equações químicas a situação de equilíbrio químico é representada pelo uso da dupla seta ( $\leftrightarrow$ ), indicando que as reações se processam nos dois sentidos (reação direta e inversa). Uma maneira de compreender quando um sistema está em equilíbrio químico é a partir da perspectiva da cinética química. Segundo ela, um sistema está em equilíbrio químico quando a reação direta e a reação inversa estiverem ocorrendo com a mesma velocidade e nenhuma variação líquida for observada (ou seja, nenhuma mudança macroscópica é observada), sendo as concentrações das substâncias presentes na reação em equilíbrio químico, constantes. Portanto, a situação de equilíbrio químico representa “o estágio na reação química quando já não há tendência para mudar a composição da mistura em reação” (ATKINS, 2001, p.475).

O entendimento das situações de equilíbrio químico permite manipular os resultados de uma reação química se as condições reacionais (temperatura, pressão ou concentração das substâncias) forem alteradas. A partir do estudo dessas situações podemos saber até que ponto a reação caminha e o rendimento em diferentes condições. Dessa forma, podemos perceber que este conceito é bastante útil, principalmente para os processos industriais. Como no caso da produção de amônia em escala industrial (processo conhecido como Haber-Bosch), que se dá a partir da manutenção de um sistema em equilíbrio entre os gases nitrogênio e hidrogênio. Durante a segunda guerra mundial com o bloqueio naval imposto pelos ingleses, os alemães ficaram impedidos de ter acesso às minas de salitre-do-chile, nitrato de sódio ( $\text{NaNO}_3$ ), substância que era utilizada como fonte de nitratos para a produção de fertilizantes e explosivos. Buscando uma saída para essa situação, o químico alemão, Fritz Haber desenvolveu o processo de síntese da amônia, que serve de matéria-prima para a fabricação do nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), que substitui bem o nitrato de sódio na produção de fertilizantes.

Com o auxílio de Carl Bosch, o processo desenvolvido por Haber chegou à escala industrial, permitindo assim, que a Alemanha resistisse ao cerco imposto pelos adversários (FONSECA, 2001). Dessa forma, diversas outras substâncias e materiais importantes para a indústria também puderam ser obtidos a partir da amônia. Haber desenvolveu o processo de síntese submetendo o gás nitrogênio, obtido do ar atmosférico, e o gás hidrogênio, obtido da água, à temperatura e pressão elevadas, produzindo amônia (FONSECA, 2001). A mistura gasosa ( $\text{N}_2$  e  $\text{H}_2$ ) é introduzida num reator, após reagir e atingir o estado de equilíbrio químico é transferida para um condensador, sendo obtida a amônia ( $\text{NH}_3$ ) liquefeita que posteriormente é retirada do reator, enquanto que os reagentes inalterados são reciclados na câmara catalítica (KOTZ, 2005). A síntese da amônia é um bom exemplo de reação química reversível ( $\text{N}_{2(g)} + 3 \text{H}_{2(g)} \leftrightarrow 2 \text{NH}_{3(g)}$ ), que em determinadas condições (pressão e temperatura controladas) atingirá o estado de equilíbrio químico.

Essa síntese representa uma das mais importantes descobertas do início do século 20, pois representou uma possibilidade de desenvolvimento da produção agrícola mundial, já que fertilizantes nitrogenados puderam ser produzidos a partir da amônia. Atualmente, quase toda produção de amônia é feita desse modo, utilizando como catalisador o ferro metálico, na qual temperaturas em torno de  $500\text{ }^\circ\text{C}$  e pressões entre 200-600 atm são utilizadas (SANTOS; MOL, 2013). A importância dessa síntese pode ser trabalhada nas aulas de química, servindo como introdutória na abordagem dos aspectos do mesmo nas práticas agrícolas (equilíbrio

químico no solo, por exemplo). É uma boa oportunidade para que os alunos compreendam a relação dos processos químicos e as implicações sociais, econômicas, ambientais e políticas. Sendo assim, uma maneira de contextualizar o conhecimento químico, possibilitando que a aprendizagem dos alunos seja mais significativa.

Outro exemplo que pode ser trabalhado nas aulas sobre equilíbrio químico é a reação de formação das estalactites e estalagmites em cavernas. Estas são formadas por carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), que se formam no teto e no chão das cavernas, respectivamente. Tal formação depende da reversibilidade das reações químicas referentes a esse processo (KOTZ, 2005). O gás carbônico presente na atmosfera se dissolve na água da chuva (tornando-a ácida devido à formação de ácido carbônico:  $\text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$ ) e ao penetrar o solo e as regiões das cavernas dissolve o calcário aí presente formando as espécies  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{HCO}_3^-$ , favorecendo o seguinte equilíbrio químico:  $\text{CaCO}_{3(s)} + \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \leftrightarrow \text{Ca}^{+2}_{(aq)} + \text{HCO}_3^{-}_{(aq)}$ . A reação que precipita o carbonato de cálcio (formando as estalagmites) é favorecida quando a quantidade de gás carbônico diminui no interior das cavernas, ou seja, há um deslocamento da reação no sentido contrário ao da dissolução do carbonato. Portanto, essa reação é outra boa oportunidade de contextualização.

O conceito de equilíbrio químico é um dos conteúdos integrantes do componente curricular de Química e, geralmente, visto no segundo ano do ensino médio. É também bastante cobrado em vestibulares. Seu estudo é também importante para que possamos compreender o equilíbrio iônico da água em soluções aquosas de ácidos, bases e sais (sendo este necessário à interpretação dos diversos fenômenos que ocorrem nas diversas áreas da Química) e a sua relação na determinação do pH de diversos materiais, como por exemplo, o pH da água utilizada na produção de bebidas. Como também, entender o comportamento das reações em equilíbrio químico quando as condições externas são alteradas (o Princípio de Le Chatelier). Este explica muito dos processos em que o equilíbrio químico é deslocado, como no caso dos óculos fotocromáticos. As lentes desses óculos contêm cristais de cloreto de prata ( $\text{AgCl}$ ) - incolor - e quando a radiação ultravioleta atinge esses cristais, elas escurecem. Isso porque os íons prata são reduzidos à prata metálica - escuro. A incidência de luz desloca o equilíbrio fazendo a lente escurecer, da seguinte maneira:



Com relação ao processo de ensino e aprendizagem desse conceito, podemos considerar que,

*“Enseñar el equilibrio químico implica un gran desafío, tanto en la secundaria como en la universidad, por el grado de complejidad y abstracción de este tema, que promueve dificultades en los alumnos como la generación de concepciones alternativas durante su aprendizaje”.* (RAVILOLO Y MARTÍNEZ AZNAR *apud* RAVILOLO, 2007, p. 416).

Para alguns alunos compreender o que significa o conceito de equilíbrio químico não é algo tão simples. Algumas pesquisas revelam as dificuldades que os alunos apresentam com relação a esse conceito, por exemplo, os artigos de Machado e Aragão (1996); Castro e Magalhães (2010); Hernando et al.(2003); Uehara (2005); Pardo e San José (1995); Maia et al. (2005). Maia et al. (2005) descrevem que os alunos não compreendem bem a ideia de que as concentrações das espécies presentes no equilíbrio permanecem constantes. Para Machado e Aragão (1996), muitos alunos são capazes de calcular as constantes de equilíbrio, porém não compreendem o que ocorre no sistema em equilíbrio em nível atômico-molecular, outros até trazem a ideia de que a reação não acontece mais.

Além de não compreender bem o conceito de equilíbrio, existe também a necessidade do aluno relacioná-lo a outros conteúdos, como estequiometria, visão microscópica da reação química, reversibilidade de reações e cinética química (GOMES; RECENA, 2008). Desse modo, se estes não estiverem bem esclarecidos para os alunos, entender o conceito de equilíbrio químico tornar-se-á algo ainda mais difícil.

Um estudo realizado com alunos e professores de uma escola particular do Rio de Janeiro, a respeito desse conceito, revelou que os alunos concebem a ideia de que não existem mais reagentes, e que a reversibilidade somente acontecerá se todos os reagentes forem consumidos ao longo da reação (CASTRO; MAGALHÃES, 2010). Outro estudo, agora com alunos formandos do curso de licenciatura em Química de uma Universidade no estado do Paraná, revela a dificuldade desses alunos com relação ao conceito e aos fatores que interferem no estado de equilíbrio (BROIETTI et al. 2013). Como podemos perceber essas dificuldades estão presente nos diferentes níveis de ensino, seja no básico ou superior, sendo uma situação que requer a atenção dos professores que trabalham esse conteúdo.

Segundo Gomes e Recena (2008, p. 1-2), alguns fatores podem proporcionar tais dificuldades: “a simplificação excessiva de conceitos, concepções prévias adquiridas em suas vivências particulares, uso incorreto da linguagem científica, ênfase em abordagens de aspectos quantitativos”. Todos esses fatores nos fazem refletir sobre as estratégias desenvolvidas com relação ao conceito de equilíbrio químico. Possivelmente, essas não estão favorecendo a superação das dificuldades apresentadas pelos alunos.

Estabelecer as estratégias didáticas adequadas para o conteúdo faz parte do trabalho do professor, durante o planejamento das aulas. Cordeiro (2007, p. 33) ressalta que ensinar implica adotar procedimentos diferentes dependendo do tipo de conteúdo com que se lida. Diferenciar os procedimentos ou estratégias é uma maneira de dinamizar as aulas, especificamente as aulas de química, que por muitos alunos é considerada como chatas ou entediantes. Assim, permitindo que o processo educativo seja mais atrativo para os alunos, melhorando a aprendizagem destes, principalmente, dos conceitos químicos mais difíceis.

Se considerarmos as pesquisas da área de ensino de Ciências, estas apresentam propostas de estratégias didáticas para a abordagem do conceito de equilíbrio químico. Um levantamento realizado em anais de eventos como, os do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), o Encontro de Debates Sobre o Ensino de Química (EDEQ) e a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ), na Revista Química Nova na Escola (Qnesc) e na Revista *The Journal Chemical Education*, e em dissertações de mestrado, apresentou um total de 19 trabalhos (no período de 1997 a 2014) com propostas para o ensino do conceito de equilíbrio químico, sendo observado que um mesmo trabalho propôs mais de uma estratégia. Destes, foram identificados 08 tipos de estratégias didáticas diferentes.

A Tabela 1 reúne essas estratégias, juntamente com o número de vezes com que foram propostas.

**Tabela 1:** Estratégias didáticas propostas para a abordagem do conceito de equilíbrio químico.

<b>Estratégias didáticas propostas para abordagem do conceito equilíbrio químico.</b>	<b>Número de vezes</b>
Experimentos	6
Simulações	5
Jogos	3
Vídeos/filmes	2
Hiperdocumento	2
Analogia	1
Júri simulado	1
Hipermidia	1

Fonte: elaborada pela autora.

Acerca dessas estratégias destacaremos as três primeiras. A respeito dos experimentos propostos podemos considerá-los como boas oportunidades de trabalhar o conceito de

equilíbrio químico, um deles foi a reação de equilíbrio entre os óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_2$  e  $\text{N}_2\text{O}_4$ ). Portanto, o uso da experimentação no ensino de química pode despertar o interesse dos alunos quanto à aprendizagem dessa disciplina, e especificamente do conceito supracitado. A reação de equilíbrio citada acima possibilita trabalhar o nível macroscópico (mudança de coloração devido às alterações das condições externas) para a situação de equilíbrio químico, possibilitando o entendimento para o aluno do que é um processo reversível.

Guimarães (2009, p.198) afirma que “a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação”. Dessa forma, o professor deve utilizar a experimentação em sala de aula, de maneira que o aluno se sinta motivado e desafiado a buscar as respostas para os questionamentos advindos a partir desses experimentos. Se o professor utilizar a atividade experimental como um instrumento de constatação de uma teoria, o estímulo ao questionamento pelo aluno é prejudicado.

Com relação ao uso das simulações propostas nos trabalhos, dois deles apresentam em comum o uso de software. Grzesiuk (2008, p.16) afirma que “o computador pode ser considerado uma ferramenta importante para facilitar o processo de construção do conhecimento. No entanto, o aprender não deve estar restrito ao software, mas à interação do aluno com o software”. Além disso, “algumas dessas simulações podem ser agentes propiciadores de discussões e reflexões sobre um fenômeno ou conceito químico, em conjunto com os colegas e o professor” (MEDEIROS, 2008, p.5).

A utilização de simuladores, nesse caso, com o auxílio de recursos computacionais é outra possibilidade de estratégia para abordar o conceito de equilíbrio químico. A partir dessas simulações é possível trabalhar o comportamento cinético-molecular dos fenômenos químicos. Características como a reversibilidade e a dinamicidade das reações e as influências das condições externas sobre um sistema em equilíbrio químico também podem ser trabalhados. Orlandi et al (2006) fazem uma análise da aplicação da simulação computacional para o ensino desse conceito e verificam que o uso adequado de um guia de simulação articulado a um programa computacional favorece a compreensão de determinados conceitos e situações de equilíbrio químico. Assim, o nível microscópico pode ser abordado, facilitando a compreensão dos alunos com relação a esse conceito.

O jogo de cartas e o ludo (jogo de tabuleiro) são exemplos de propostas presentes nesse levantamento. Alguns questionamentos podem surgir com relação à aplicação de um jogo em sala de aula. Isso parte da dificuldade de alguns professores em distinguir, “se o jogo educativo empregado em sala de aula é realmente jogo e se o jogo tem um fim em si mesmo

ou é um meio para alcançar objetivos” (KISHIMOTO, 1994, p.13). Segundo Venâncio e Freire (2005), a palavra jogo é usada de maneira irrestrita. Nesse contexto, é preciso esclarecer o que é o jogo didático. Antunes descreve que

Em geral, o elemento que separa um jogo pedagógico de outro de caráter apenas lúdico é que os jogos ou brinquedos pedagógicos são desenvolvidos com a intenção explícita de provocar uma aprendizagem significativa, estimular a construção de um novo conhecimento e, principalmente, despertar o desenvolvimento de uma habilidade operatória (2007, p.38).

Podemos assim perceber inicialmente que o jogo apresenta duas nuances: a lúdica e a cognitiva. A lúdica propicia diversão, prazer e até o desprazer, enquanto a outra função é puramente educativa (KISHIMOTO, 1994). No ensino de química, o jogo didático pode ser utilizado da mesma forma que a experimentação, como elemento motivador na aprendizagem dos alunos. Além de dinamizar a aula, tornando-a mais interativa. Para Cunha (2012, p. 96), “os jogos didáticos podem e devem ser utilizados como recurso didático na aprendizagem de conceitos”. Portanto, se o professor articular o jogo no espaço da aula aos objetivos de ensino e de aprendizagem, uma maior atuação dos alunos no processo educativo é favorecida. As demais estratégias propostas (Tabela 1, página 27) também se apresentam como boas oportunidades de dinamizar a abordagem desse conceito nas aulas de química. O conhecimento dessa diversidade pode ajudar o trabalho do professor na sua atividade de ensino.

Considerando que o conceito de equilíbrio químico é de elevada hierarquia conceitual (RAVILOLO et al, 2001), pois outros conceitos estão a ele relacionados e que para alguns alunos é de difícil compreensão (MAIA et al, 2005), é fundamental que ao escolher qualquer uma dessas estratégias (ou outra estratégia diferente) o professor possa articular os três níveis do conhecimento químico: o macroscópico, o simbólico e o microscópico.

Esses níveis de representação do conhecimento químico foram descritos por Johnstone (2000) como cantos de um triângulo no qual nenhum deles é superior ao outro, mas se complementam. O nível macroscópico representa tudo que estiver ao alcance dos sentidos, a observação dos fenômenos. O nível simbólico utiliza as fórmulas, equações e gráficos para representar as transformações. E o nível microscópico, que representa o comportamento cinético-molecular dos fenômenos químicos. Este retrata um nível muito particular dessa ciência (as partículas, íons, átomos, etc.) e por muitas situações é o que exige maior grau de abstração. Dessa forma, o raciocínio abstrato deve ser estimulado pelos professores, para que

esses consigam compreender melhor os conceitos químicos, em especial ao conceito supracitado.

Das diferentes estratégias didáticas propostas nesses trabalhos, consideramos que a experimentação possibilita trabalhar o nível macroscópico e simbólico. Já as simulações são bem adequadas a trabalhar o nível microscópico do conceito de equilíbrio, dependendo do tipo de software utilizado, os três níveis podem ser trabalhados. Portanto, transitar entre esses níveis proporciona uma melhor aprendizagem do conhecimento químico. O professor ao escolher qual a melhor estratégia a ser utilizada para a abordagem do conceito de equilíbrio químico deve estar atento à importância desses níveis, de modo que nenhum aspecto seja esquecido ou supervalorizado, favorecendo assim o processo de ensino e aprendizagem.

Para o ensino do conceito de equilíbrio, diferentes estratégias didáticas são propostas nas pesquisas da área de ensino de ciências, nestas, a abordagem cinética é a mais frequente. Entretanto estudos como o de Sabadini e Bianchi (2007) apontam as vantagens da abordagem do conceito de equilíbrio químico sob o ponto de vista da termodinâmica. Considerando essas possibilidades para a abordagem desse conceito, as duas perspectivas - cinética e termodinâmica - são apresentadas no próximo tópico.

### **1.1.1. O conceito de equilíbrio químico sob duas perspectivas diferentes: possibilidades de abordagem em sala de aula**

Considerando as pesquisas que retratam o processo de ensino e aprendizagem do conceito de equilíbrio químico, mais especificamente o ensino, pode-se identificar que as estratégias didáticas apresentam duas perspectivas principais para sua abordagem: a cinética e a termodinâmica. Segundo Raviolo (2007, p. 419), *“el enfoque cinético es más tangible dado que brinda explicaciones macro y microscópicas sobre cómo se logra el equilibrio; en cambio, el enfoque termodinámico es más abstracto aunque conceptualmente más actualizado”*. Essas perspectivas representam duas possibilidades de abordagem para o conceito, cada uma com suas particularidades.

Sabadini e Bianchi (2007) apresentam uma reflexão acerca dessas duas perspectivas para o ensino do conceito de equilíbrio químico, considerando assim, a importância da abordagem termodinâmica para que o conceito de equilíbrio químico seja apresentado de forma mais ampla e precisa, concordando assim com o que Raviolo (2007) afirma acima. Pressupomos que a escolha do tipo de perspectiva está associada muitas vezes ao livro-texto

utilizado pelo professor durante as aulas ou até mesmo as suas experiências com o ensino. O conhecimento dessas permite que o professor possa utilizá-las adequadamente durante o ensino desse conceito, contribuindo dessa forma, para uma aprendizagem satisfatória dos alunos.

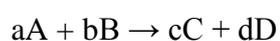
Considerando a importância dessas perspectivas para o processo de ensino e aprendizagem do conceito de equilíbrio químico, elas são apresentadas na discussão desta pesquisa.

#### *1.1.1.1. O conceito de equilíbrio sob a perspectiva da cinética química*

Uma maneira possível de se trabalhar o conceito de equilíbrio químico nas aulas de químicas é utilizando uma abordagem que fundamenta o estado de equilíbrio sob a perspectiva da cinética química. O objeto de estudo da cinética química é a velocidade com que as reações químicas acontecem e os fatores externos que afetam essa velocidade (KOTZ, 2005). Esses fatores permitem aos químicos interferirem nos processos, tornando-os mais rápidos ou mais lentos. Alguns desses fatores são os catalisadores, a temperatura, a concentração dos reagentes e outros.

É também de interesse da cinética química compreender os mecanismos das reações químicas, que são os percursos seguidos pelos átomos e substâncias durante a ocorrência das reações ou o caminho pelo qual os reagentes se transformam em produtos. As reações podem ocorrer em uma ou várias etapas. Cada etapa é chamada de processo elementar, ou seja, é um evento simples no qual algum tipo de transformação acontece (MAHAN; MYERS, 2003). Dessa forma, o mecanismo de uma reação abrange todos os processos elementares que caracterizam a reação global.

Como dito anteriormente, a cinética química estuda a velocidade com que as reações ocorrem. “A velocidade de uma reação química refere-se à variação na concentração de uma substância por unidade de tempo” (KOTZ, 2005, p. 3). A velocidade média da reação pode ser determinada a partir das variações das concentrações molares das substâncias consumidas (nesse caso, os reagentes) ou das substâncias formadas (produtos) divididas pela variação do tempo, que pode ser dado em minutos, horas, segundos e etc. Para uma reação química genérica e devidamente balanceada,



a expressão que possibilita determinar a velocidade média dessa reação ( $V_R$ ) é dada pela expressão:

$$V = \frac{-1}{a} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{-1}{b} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{c} \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{1}{d} \frac{\Delta[D]}{\Delta t} \quad (1)$$

Como podemos observar o sinal de menos aparece somente para os quocientes referentes aos reagentes. Os valores das concentrações dos reagentes são decrescentes ao longo do tempo, portanto, a diferença entre a concentração final e inicial resulta num valor negativo. Nesse caso, acrescentar o sinal de menos na expressão da velocidade assegura que o valor da velocidade média seja um valor positivo. É importante destacar que qualquer um dos termos da igualdade pode determinar o valor da velocidade média da reação. Considerando que cada um desses termos foi multiplicado pelo inverso do coeficiente estequiométrico de cada substância no momento do balanceamento.

Falar em velocidade de mudança da concentração de uma dada espécie da reação é se referir à velocidade da reação. Durante a ocorrência da reação química pode ser determinada a velocidade em algum instante específico, nesse caso será determinada a velocidade instantânea da reação. Esta por sua vez, pode ser determinada a partir da inclinação da tangente à curva da concentração versus tempo em determinado instante. (KOTZ, 2005).

Traçando uma tangente à curva (concentração/tempo) no início da reação têm-se a velocidade inicial. Se isso for repetido em intervalos de tempo regulares, percebe-se que existe uma relação de proporcionalidade entre a concentração do reagente e a velocidade da reação, dessa forma, uma equação de velocidade pode ser determinada. Para Atkins (2001, p. 647), “essa equação é um exemplo de lei de velocidade, uma expressão para a velocidade de reação instantânea em termos da concentração de uma espécie em qualquer instante”. A equação da lei de velocidade pode ser expressa genericamente da seguinte maneira:

$$\text{velocidade da reação} = k \cdot [\text{reagente}]^x \quad (2)$$

Nessa equação,  $k$ , é a chamada constante de velocidade, que depende da temperatura. O  $x$  é o expoente que se refere aos coeficientes estequiométricos da equação química balanceada, frequentemente. Eles podem ser números inteiros positivos (na maioria das vezes) ou fracionários, sendo assim, determinados experimentalmente.

A partir daqui, pode-se então trabalhar o conceito de equilíbrio químico cineticamente. Conhecer as velocidades das reações possibilita prever quão rapidamente uma mistura

reacional se aproximará do estado de equilíbrio (ATKINS, 2001). Os termos aqui apresentados – o estado de equilíbrio e a velocidade das reações – estabelecem entre si uma relação importante que permite explicar o conceito de equilíbrio químico, numa abordagem em sala de aula. Cineticamente falando, o equilíbrio químico será estabelecido no momento em que as velocidades das reações direta e inversa forem iguais. Portanto, esta é a maneira mais simples de abordar o conceito citado.

Essa igualdade das reações é possível devido à reversibilidade apresentada pelas reações nos dois sentidos da equação química. Ou seja, os reagentes e os produtos vão coexistir em equilíbrio, em determinadas condições de concentração e temperatura. Essa observação é possível devido a uma característica essencial do equilíbrio químico, a sua natureza dinâmica. Isto decorre da situação de permanência de igualdade das velocidades das reações químicas opostas (MAHAN, 1995). Dessa forma, entende-se que essa permanência de igualdade está associada à dinamicidade do processo e vice-versa.

Considerando a reação química genérica descrita anteriormente, as expressões para as velocidades das reações direta e inversa são respectivamente:

$$v_d = k_d \cdot [A]^a \cdot [B]^b \quad (3)$$

$$v_i = k_i \cdot [C]^c \cdot [D]^d \quad (4)$$

No início da reação a velocidade da reação inversa ainda é desprezível, pois ainda não há produto formado. Ao decorrer do tempo, a velocidade da reação inversa aumentará até se igualar a da direta. Assim, no equilíbrio, “a velocidade da reação inversa equilibra a velocidade da reação direta, e os reagentes e os produtos estão presentes nas quantidades dadas pela constante de equilíbrio” (ATKINS, 2001, p. 211).

Considerando a igualdade das duas expressões de velocidades surge a chamada constante de equilíbrio químico da reação (K). Ela é basicamente a razão das constantes de velocidade das reações opostas. Antes de expressar essa constante, não devemos esquecer-nos de falar do quociente de reação ( $Q_R$ ) e sua relação com a constante de equilíbrio. Existe uma relação entre as concentrações das substâncias dos reagentes e dos produtos no equilíbrio. Se as concentrações dos produtos forem divididas pelas concentrações dos reagentes, sob quaisquer condições, obtêm-se o quociente da reação.

$$Q = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} \quad (5)$$

Entretanto, se o valor do quociente apresentar um valor constante está se falando da constante de equilíbrio, isso se o estado de equilíbrio for alcançado. Assim,

$$K = Q = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} \quad (6)$$

A constante de equilíbrio  $K$  (considerando um valor de temperatura constante) pode ser determinada em termos de concentração molar ( $K_c$ ) ou a partir das pressões parciais dos reagentes ( $K_p$ ). A partir dessas grandezas pode-se falar na extensão da reação, nos aspectos quantitativos do conceito de equilíbrio. Quando se obtém um valor alto de  $K$ , significa que quando estabelecido o equilíbrio muito dos reagentes foram convertidos em produtos. Sendo a reação chamada de produto-favorecida, na qual a concentração dos produtos são maiores do que a dos reagentes. Caso o valor obtido de  $K$  seja baixo, indica que muito pouco dos reagentes foram convertidos em produtos. Logo, a concentração dos produtos é menor do que a dos reagentes.

Se forem relacionados os valores do quociente e da constante de reação pode-se falar na direção em que a reação deve estar sendo favorecida. Desse modo temos três situações distintas, se:

- $Q < K$ , o sistema não está em equilíbrio químico e a reação prossegue no sentido de formação dos produtos;
- $Q > K$ , o sistema não está em equilíbrio químico e a reação prossegue no sentido de formação dos reagentes;
- $Q = K$ , o sistema está em equilíbrio.

Assim, essa relação pode ajudar a determinar se a reação atingiu ou não o equilíbrio químico, como também a direção que as reações devem tomar para atingí-lo. A partir da perspectiva cinética o conceito de equilíbrio químico é explicado, sendo a igualdade das velocidades das reações químicas (direta e inversa) àquela que identifica quando o equilíbrio químico é atingido.

Portanto, a abordagem sob essa perspectiva é uma das possibilidades de se trabalhar o conceito de equilíbrio químico numa aula de química. Sendo bem frequente, seja nas estratégias apresentadas em pesquisas da área de ciências ou até mesmo na prática dos professores. A outra possibilidade para a abordagem desse conceito pode ser feita sob a perspectiva da termodinâmica, esta é apresentada no tópico seguinte.

### *1.1.1.2. O conceito de equilíbrio sob a perspectiva da termodinâmica*

Uma alternativa para a abordagem do conceito de equilíbrio químico é utilizar a perspectiva da termodinâmica. Segundo Sabadini e Bianchi (2007), esse tipo de abordagem favorece a compreensão de que as reações químicas são regidas pelas leis universais que influenciam as transformações da natureza. Sendo os conceitos presentes nessas leis, importantes para o entendimento do que vem a ser o equilíbrio químico.

Conhecer este conceito sob essa perspectiva possibilita compreender quais os resultados esperados e os obtidos numa reação química ou até mesmo indicar a viabilidade de um processo. O estudo da termodinâmica permite compreender o porquê das reações químicas ocorrerem. De acordo com Atkins (2001), a termodinâmica permite prever a composição reacional e como a composição no equilíbrio será modificada quando alteradas as condições do sistema.

A primeira Lei da Termodinâmica não contribui muito para explicar como o equilíbrio químico é atingido, pois ela trata da energia total do sistema que permanece constante. Portanto, ela não traz elementos que contribuam para a abordagem desse conceito. Contudo a segunda Lei nos traz um conceito que proporciona entender como o equilíbrio químico é atingido - a entropia. Antes de descrevê-lo, trataremos de outro conceito também bastante importante nessa discussão - o de espontaneidade.

Sabe-se que muitas transformações químicas ocorrem espontaneamente, como por exemplo, a fusão do gelo em temperatura ambiente. Este termo quer dizer que uma reação tende a ocorrer sem a necessidade de ser induzida por uma influência externa (ATKINS, 2001). Mas qual o critério que favorece a ocorrência espontânea de determinadas transformações químicas? Por que as reações atingem o estado de equilíbrio químico?

A ideia de espontaneidade está atrelada ao conceito de entropia. Este significa a medida da desordem de um sistema, sendo útil na análise de qualquer fenômeno, físico ou químico. A tendência natural ou espontânea das transformações é alcançar o maior grau de desordem. E de acordo com a segunda Lei da Termodinâmica, em processos espontâneos, a entropia do universo aumenta (KOTZ, 2005). Assim, o sentido das transformações e o seu ponto de equilíbrio podem ser determinados pela entropia (SABADINI; BIANCHI, 2007). Dessa forma pode-se dizer que a melhor maneira de se prever a espontaneidade de um processo é identificando o valor de entropia do sistema.

O conceito de entropia está relacionado à ideia de que processos espontâneos resultam em dispersão de matéria e energia. A expansão de um gás no vácuo ou a mistura de dois gases

pode representar a dispersão da matéria. É pouco provável que os gases permaneçam isolados sem se misturarem uniformemente por todo o volume do recipiente. Se tratando da transferência de energia entre moléculas na fase gasosa, é percebido que o calor fluirá do mais quente para o mais frio, até que ambos tenham a mesma temperatura. Assim, pode-se dizer que “a entropia é usada para quantificar a extensão da desordem que resulta da dispersão de energia e matéria.” (KOTZ, 2005, p.186).

Até então, o sentido das transformações espontâneas acontecerem já podem ser compreendidos, mas como o ponto de equilíbrio pode ser determinado pela entropia? A espontaneidade da reação pode ser determinada pelo valor da entropia, nesse caso pelas variações de entropia tanto do sistema quanto da vizinhança, já que o postulado da segunda Lei refere-se à energia do universo. A variação de entropia do universo ( $\Delta S_{\text{univ}}$ ) é a soma das variações de entropia para o sistema ( $\Delta S_{\text{sis}}$ ) e sua vizinhança ( $\Delta S_{\text{viz}}$ ),

$$\Delta S_{\text{univ}} = \Delta S_{\text{sis}} + \Delta S_{\text{viz}} \quad (7)$$

Como determinado pela segunda Lei, o processo é espontâneo, se  $\Delta S_{\text{univ}} > 0$ . Logo, se  $\Delta S_{\text{univ}} < 0$ , o processo não pode ser espontâneo. E se  $\Delta S_{\text{univ}} = 0$ , o sistema está em equilíbrio. A variação de entropia pode ser calculada usando a seguinte expressão, onde  $q$  é a energia transferida reversivelmente como calor e  $T$ , a temperatura:

$$\Delta S = \frac{q_{\text{rev}}}{T} \quad (8)$$

Para que o  $\Delta S_{\text{univ}}$  seja igual à zero, os valores de  $\Delta S_{\text{sis}}$  e  $\Delta S_{\text{viz}}$  devem ser opostos, indicando assim, que o processo é reversível. Um processo será reversível se for capaz de retornar ao ponto de partida através do mesmo caminho, após sofrer uma mudança, sem que a vizinhança seja alterada (KOTZ, 2005). Para que a vizinhança não seja alterada, a modificação a ser realizada deve ser infinitesimal ou sob pequenos incrementos. Logo, a direção de um processo reversível pode ser alterada a qualquer momento sob essas condições.

Além da entropia outra grandeza termodinâmica que se relaciona a ideia de espontaneidade é a entalpia. Toda reação química é acompanhada de uma variação de energia interna ( $\Delta U$ ) e de uma variação de entalpia ( $\Delta H$ ). A variação de entalpia é uma medida da energia de um sistema que está disponível como calor à pressão constante (ATKINS, 2001).

A variação de entalpia nos permite dizer se o processo absorve calor ( $\Delta H > 0$ ) ou libera calor ( $\Delta H < 0$ ), chamados de endotérmico e exotérmico, respetivamente. A relação entre a entalpia e a espontaneidade das reações aparece no enunciado do Princípio de

Thompsen e Berthelot (1967). Segundo este, “dentre um conjunto de reações químicas possíveis (nas mesmas condições e fase de agregação), ocorrerá primeiro, espontaneamente, aquela que for mais exotérmica” (FONSECA, 2001, p.201). Contudo, o valor do  $\Delta H$  não é critério suficiente para determinar a espontaneidade de um processo, pois existem transformações endotérmicas que são espontâneas, o exemplo dado anteriormente da fusão do gelo, que é simultaneamente um processo endotérmico e espontâneo.

A análise dos valores de  $\Delta H$  e  $\Delta S$ , concomitantemente, permite prever se o processo será espontâneo ou não. Quanto menor for o  $\Delta H$  ( $\Delta H < 0$ ) e maior for o  $\Delta S$  ( $\Delta S > 0$ ) mais espontâneo é o processo. Alguns processos contradizem essa premissa, como por exemplo, a dissolução do cloreto de amônio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ). Este se dissolve espontaneamente em água e apresenta variação de entalpia positiva ( $\Delta H = + 14,89 \text{ KJ/mol}$ ), ou seja, é um processo endotérmico e espontâneo. As reações químicas tendem a um estado de equilíbrio químico e atingir este estado representa uma busca de conciliar duas tendências opostas: estabelecer o valor de entropia máxima e um estado de energia mínima para suas moléculas.

Analisando especificamente os diferentes valores de  $\Delta H$ ,  $\Delta S$  e  $T$ , têm-se as seguintes situações de acordo com o Quadro 1.

**Quadro 1:** Possíveis situações de espontaneidade de um processo

$\Delta H$	$\Delta S$	T	Espontaneidade do processo
Menor que zero	Maior que zero	Qualquer	É espontâneo
Maior que zero	Menor que zero	Qualquer	Não é espontâneo
Menor que zero	Menor que zero	Baixa	Possivelmente é espontâneo
Menor que zero	Menor que zero	Alta	Possivelmente não é espontâneo
Maior que zero	Maior que zero	Baixa	Possivelmente não é espontâneo
Maior que zero	Maior que zero	Alta	Possivelmente é espontâneo

Fonte: Fonseca, p. 226, 2001.

Como podemos perceber, para que o processo possa ocorrer espontaneamente há sempre uma combinação de situações (valores de entalpia, entropia e temperatura). Além dessas, outra grandeza pode determinar a espontaneidade de um processo, a energia livre de Gibbs ( $G$ ). Segundo Fonseca (2001), o valor da energia livre permite prever de forma mais ampla a espontaneidade de processos químicos e físicos. Na determinação do valor da energia livre de Gibbs não há a necessidade de uma avaliação da vizinhança, sendo menos trabalhoso identificar se o processo é espontâneo, já que não carece das quantidades do sistema e da vizinhança.

Entende-se por energia livre a função universal que inclui a energia e a entropia do sistema, sendo possível dizer a partir do seu valor se a reação irá ou não ocorrer (MAHAN; MYERS, 2003). Também pode ser descrita como a máxima energia útil que é possível retirar

de um sistema. O valor da variação da energia livre de Gibbs ( $\Delta G$ ) de um sistema, sob pressão e temperatura constantes pode ser determinada pela expressão,

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S \quad (9)$$

Para que uma reação ocorra, a energia livre do sistema deve sempre diminuir. Conhecendo os valores de  $\Delta G$  pode-se inferir se o processo é espontâneo e reversível, sob condições de pressão e temperatura constantes. Para valores de  $\Delta G < 0$ , a reação é espontânea e o processo é irreversível. Se  $\Delta G > 0$ , a reação não é espontânea. Assim, a reação direta não acontecerá espontaneamente, mas a reação inversa sim. Sendo o valor de  $\Delta G = 0$ , as reações direta e inversa estão em equilíbrio, assim, o processo é reversível. Este processo caracteriza uma situação de equilíbrio químico e particularmente o termo mais utilizado durante o ensino deste conceito.

Além de indicar a espontaneidade de uma reação, o  $\Delta G$  está diretamente relacionado ao valor da constante de equilíbrio ( $K$ ). Usar a termodinâmica para descrever quantitativamente o equilíbrio permite controlar a direção de uma reação e o rendimento dos produtos. A constante é característica da composição da mistura de reação no equilíbrio, em uma dada temperatura, definindo se a concentração de reagente ou produto será alta ou baixa.

A energia livre de uma reação ( $\Delta G$ ) é a diferença entre a energia livre molar dos produtos e reagentes, e pode ser determinada pela expressão,

$$\Delta G_R = \Sigma G_{\text{produtos}} - \Sigma G_{\text{reagentes}} \quad (10)$$

se a energia livre for definida sob condições padrão, têm-se a variação de energia livre padrão da reação ( $\Delta G_R^\circ$ ). “A variação da energia livre padrão para uma reação,  $\Delta G^\circ$ , é o aumento ou diminuição da energia livre à medida que os reagentes são completamente convertidos aos produtos em seus estados padrão” (KOTZ, 2005, p.201). A relação entre esta grandeza e a constante de equilíbrio de uma reação pode ser entendida inicialmente pela afirmação: Quanto mais energia livre a reação disponibiliza, maior a quantidade de produtos serão formados. Ou seja, para que a reação esteja favorecendo os produtos, ela deve apresentar um valor alto de  $K$ , e olhando para o  $\Delta G$  nessa situação, ele deverá ser menor que zero. Do contrário estará favorecendo uma maior quantidade de reagentes.

Para entender como se comporta a  $\Delta G_R$  quando a composição muda durante a ocorrência da reação é necessário conhecer como a energia livre molar de cada substância varia em relação a sua pressão parcial ou concentração. A energia livre molar de uma substância se relaciona com sua atividade ( $a$ ) através da seguinte expressão,

$$G_R = G_R^\circ + RT \ln a \quad (11)$$

A atividade da substância pode ser substituída na expressão pela pressão parcial (se a substância for um gás), pela molaridade (soluto em solução diluída) ou pelo número um (se sólido ou líquido puro). Desse modo, se a equação 11 for substituída na expressão de  $\Delta G_R$ , chega-se na equação,

$$\Delta G_R = \Delta G_R^\circ + RT \ln Q \quad (12)$$

Nessa equação aparece a constante universal dos gases ( $R$ ), a temperatura em kelvins ( $T$ ) e o quociente da reação ( $Q$ ), que representa a relação entre as concentrações ou pressões parciais dos reagentes e dos produtos durante a reação (Equação 5, página 33). Aqui fica evidente que a energia livre da reação está relacionada com a composição da reação em qualquer estágio da reação (ATKINS, 2001). Outra consideração que deve ser feita é que ao atingir o equilíbrio químico não haverá mais variação de energia livre no sistema, logo  $\Delta G_R = 0$  e conseqüentemente rearranjando a equação 12 chega-se a relação entre a constante de equilíbrio e a energia livre que foi descrita antes, assim tem-se que,

$$\Delta G_R^\circ = - RT \ln K \quad (13)$$

Sendo assim, três situações podem ser determinadas considerando os valores de  $\Delta G_R$ ,  $Q$  e  $K$ :

- Se  $\Delta G < 0$ , tem-se  $Q < K$ , logo a reação direta prossegue espontaneamente até que o equilíbrio seja atingido;
- Se  $\Delta G > 0$  (reação espontânea), tem-se  $Q > K$ , logo a reação inversa prossegue espontaneamente até que o equilíbrio seja atingido;
- Se  $\Delta G = 0$ , tem-se  $Q = K$ , logo a reação está em equilíbrio, todas as propriedades macroscópicas não mudam mais e as concentrações dos reagentes e produtos permaneceram constantes.

Dessa forma, a variação de energia livre de Gibbs está diretamente associada ao conceito de equilíbrio, podendo assim ser utilizada para explicá-lo. Todos os equilíbrios químicos são dinâmicos e reversíveis. “O equilíbrio químico é o estágio da reação química em que não existe mais tendência a mudar a composição da mistura de reação, isto é, as concentrações ou pressões parciais dos reagentes e produtos” (ATKINS, 2006, p. 425).

Compreende-se que utilizar esta perspectiva para abordar o conceito de equilíbrio é uma alternativa à abordagem cinética. Além de não se preocupar com etapas ou mecanismos da reação, essa permite prever a direção na qual a reação prosseguirá até atingir o equilíbrio considerando a direção espontânea das reações, como também fornece a posição de equilíbrio. Comparando as duas perspectivas, Sabadini e Bianchi (2007) afirmam que o maior problema da abordagem cinética é a não inserção das transformações química dentro de um conceito mais universal sobre as transformações da natureza. Sendo assim, os conceitos termodinâmicos são mais complementares à compreensão do que significa o estado de equilíbrio químico, portanto, esta perspectiva é mais ampla do que a cinética.

Até aqui foram apresentadas as perspectivas que podem estar presentes na abordagem do conceito de equilíbrio químico em sala de aula. Para as aulas acerca deste conceito, o professor pode optar pelas duas perspectivas, sendo preferível a da termodinâmica, pelas características já apresentadas. Além disso, considerando o conhecimento químico e os seus níveis, a escolha da estratégia didática adequada é fundamental para o processo de ensino e aprendizagem desse conceito. Isto por considerá-la como um dos elementos mediadores nesse processo, pois elas auxiliam a ação docente e a aprendizagem dos alunos. Considerando a importância das estratégias didáticas para essa pesquisa, o próximo tópico traz uma discussão sobre a importância delas para esse processo.

## 1.2. ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E SUA IMPORTÂNCIA PARA O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Sant'anna e Menegolla (2011, p. 35) declaram que “ensinar é organizar as condições exteriores para que se processe a aprendizagem”. Essa organização de condições diz respeito ao planejamento do processo de ensino e aprendizagem. De acordo com Bodernave e Pereira (2012), esse processo consistiria no manejo de fatores (conhecimentos prévios, tipos de aprendizagem, relação com o aluno, etc.) e de sua dinamização em uma sequência mais ou menos planejada. Nesse contexto, entende-se que o processo de ensino é algo organizado com o intuito de alcançar certos objetivos (certamente educacionais), no qual meios ou estratégias devem ser estabelecidos para tal. Já o processo de aprendizagem é “aquele pelo qual o indivíduo adquire informações, habilidades, atitudes, valores, etc. a partir de seu contato com a realidade, o meio ambiente, as outras pessoas” (OLIVEIRA, 1995, p. 57). Sendo assim, cabe ao professor a organização desse processo, devendo buscar as condições para que os

alunos ao entrarem em contato com essa realidade e com os outros indivíduos possam assim se desenvolver.

Um bom planejamento aumenta as possibilidades de que este ocorra satisfatoriamente. Neste, o professor deve saber o que vai ensinar, quais os objetivos deseja alcançar, quais as estratégias que devem ser utilizadas e como deve avaliar adequadamente a aprendizagem dos seus alunos. Dessas etapas do planejamento, as estratégias didáticas ganham destaque para o contexto da nossa pesquisa. Definir as estratégias é o passo seguinte após a determinação dos objetivos, sendo elas facilitadoras da passagem dos alunos da situação em que se encontram até alcançarem esses objetivos (BODERNAVE; PEREIRA, 2012). Dessa forma, compreende-se que as estratégias didáticas são os meios que o professor pode utilizar para propiciar aos alunos uma melhor aprendizagem.

Neste contexto, o conceito de mediação advindo da teoria sociohistórica, a partir das ideias de Vigotski, é importante para nos ajudar a compreender a importância das estratégias didáticas para a estruturação da aula. Elas podem ser consideradas como um dos elementos que podem favorecer a mediação no processo de ensino e aprendizagem, pois estrutura a atividade de ensino do professor. Segundo Rego (1999), o conceito de mediação caracteriza a relação do homem com o mundo e com os outros homens, sendo fundamental para que as funções psicológicas superiores (atenção voluntária, pensamento abstrato, memória ativa e outras) se desenvolvam. A relação do homem com o mundo se dá pela intervenção de objetos (instrumentos ou signos), portanto, não é uma relação direta, mas mediada (NÚÑEZ, 2009). Assim, as estratégias didáticas podem ser consideradas como um dos elementos que podem favorecer a mediação no processo de ensino e aprendizagem, pois estrutura a atividade de ensino do professor.

Ao estabelecer as estratégias didáticas para aula, o professor também pode fazer uso de diferentes recursos, materiais ou equipamentos didáticos. Conforme Freitas (2007, p. 21), todo e qualquer recurso usado em um procedimento de ensino, o qual visa estimular o aluno e aproximá-lo do conteúdo é material ou equipamento didático. No processo educativo esses recursos auxiliam tanto os professores, como os alunos. O professor na sua atividade de ensino e o aluno na sua atividade de aprendizagem.

Freitas (2007) afirma que existe uma grande variedade de materiais e equipamentos didáticos existente nas escolas brasileiras. Dependendo do modo como esses materiais estimulam os estudantes, eles podem ser classificados em recursos visuais, auditivos ou audiovisuais. Existe uma classificação brasileira para os recursos audiovisuais que contribui para o trabalho do professor, que dependendo do conteúdo a ser abordado e dos objetivos

estabelecidos podem ser usados. O Quadro 2 apresenta essa classificação para os recursos audiovisuais.

**Quadro 2:** Classificação Brasileira dos Recursos Audiovisuais.

Recursos Visuais	Recursos Auditivos	Recursos Audiovisuais
Álbum seriado	Aparelho de som	Filmes
Cartazes	Discos	Diapositivos e diafilmes com som
Exposição	Fitas cassete	Cinema sonoro
Fotografias	CDs	Televisão
Flanelógrafo	Rádio	Vídeocassete
Gráficos	CD-ROM	Programas para computadores com som
Gravuras		Aparelho de DVD
Mapas		Computador
Modelos		
Mural		
Museus		
Objetos		
Quadro de giz		
Quadros		
Transparências		

Fonte: Maria Rosângela Mello – CRTE Telêmaco Borba *apud* Freitas (2007).

Todo esse aparato de recursos didáticos pode ser usado durante a aula, desde que, o professor adéque-o ao objetivo pedagógico a que eles se destinam. São chamados de didáticos, devido ao caráter pedagógico apresentado por eles, pois também servem de mediadores na construção do conhecimento pelos alunos. Eles permitem o encontro do aluno com o objeto ensinado (ABREU, 2007).

Não podemos esquecer que o livro didático também é um recurso didático bastante usado pelo professor durante a aula, contudo, não foi descrito nessa classificação. Conforme Núñez (2009), o uso do livro didático instituiu-se historicamente como um dos instrumentos para o ensino e a aprendizagem. Considerando o ensino de química, podemos descrever ainda como recursos, a tabela periódica e os modelos moleculares (bola e bastão), que podem auxiliar durante as aulas dos diversos conteúdos químicos.

Para a escolha de um desses recursos didáticos, Freitas (2007, p. 23) apresenta alguns critérios que devem ser levados em consideração pelo professor:

- a) Adequação aos objetivos, conteúdo e grau de desenvolvimento, interesse e necessidades dos alunos;
- b) Adequação às habilidades que se quer desenvolver (cognitivas, afetivas, ou psicomotoras);
- c) Simplicidade, baixo custo e manipulação acessível;
- d) Qualidade e atração (devem despertar a curiosidade).

Estes critérios se adequam não somente à escolha dos recursos, mas também às estratégias didáticas que serão utilizadas durante as aulas. Desse modo, esses são importantes para que um bom recurso didático não seja utilizado de forma inadequada, para que assim, não prejudique a aprendizagem dos alunos. Se ao estabelecê-los, todos esses critérios forem observados pelo professor, as possibilidades de que a aula torne-se mais motivadora são maiores.

Considerando o traçado da estratégia didática Bodernave e Pereira (2012) determinam dois conceitos essenciais, as experiências de aprendizagem e as atividades de ensino e aprendizagem. Por experiências pode-se dizer que estas são promovidas mediante sua exposição a situações estimuladoras e a mensagens. E isto é de tal modo, importante para que as aulas sejam de fato interessantes e motivadoras para os alunos, possibilitando novas aprendizagens aos mesmos. Compreendemos que as experiências de aprendizagem a que o aluno estará sujeito, promoverão mudanças, sejam elas de ordem cognitiva ou comportamental. É preciso então, que o professor promova essas experiências e o aluno se disponibilize a vivenciá-las.

No que tange as atividades de ensino e aprendizagem, elas devem ser estruturadas dentro do processo, de modo que o aluno esteja ativo, faça algo. Para Bodernave e Pereira (2012), as experiências de aprendizagem se dão a partir dessas atividades. Nesse caso, estas podem ser descritas como afirma Rangel (2010), aquelas que consistem em trabalho com o conhecimento, em situações nas quais há reconstrução e aplicação desse conhecimento. Especificamente as atividades de aprendizagem (ou tarefas, como podem também serem chamadas), “[...] complementam os processos de aprendizagem, auxiliando a aplicação, a transposição do conhecimento, sua reelaboração e reconstrução” (RANGEL, 2010, p.33).

Durante a aplicação da estratégia didática é possível verificar quais ações (sejam dos alunos ou dos professores) necessitam ser modificadas, de modo que os objetivos sejam de fato alcançados. Se a estratégia for compreendida como um sistema, esse processo é chamado de realimentação, onde novas ações podem ser tomadas a fim de que os objetivos sejam realmente alcançados. Essa ideia de realimentação também é descrita por Bordenave e Pereira (2012), como um aspecto da estratégia, podendo o aluno e o professor identificar se os objetivos estão se consolidando. Nesse caso, é preciso que os professores apresentem aos seus alunos os objetivos das atividades didáticas (sejam as de ensino ou de aprendizagem) desenvolvidas durante as aulas, para que assim ambos possam identificar aqueles que não foram alcançados.

Para o processo educativo existe uma variedade de estratégias didáticas. Anastasiou e Alves (2004) descrevem como estratégias, o seminário, grupo de verbalização e grupo de observação (GVGO), aula expositiva dialogada, estudo de texto, portfólio, tempestade cerebral, mapa conceitual, estudo dirigido, lista de discussão em meios informatizados, solução de problemas, Phillips 66, estudo de caso e dramatização, júri simulado, painel, simpósio, fórum de discussão, estudo do meio, workshop e ensino com pesquisa. Podemos ainda acrescentar a esse grupo outras, como o diálogo, a entrevista e a comissão (RANGEL, 2010). No caso do diálogo aqui proposto por Rangel (2010) como estratégia didática, este se realiza da seguinte forma: dois alunos diante da turma dialogam com base em um tema, e um terceiro aluno coordena. A turma observa e acompanha, ao final são realizados indagações e comentários acerca do diálogo realizado.

Dessas estratégias didáticas até então descritas, podemos destacar algumas que favorecem uma maior interação entre os alunos durante as aulas, no Quadro 3 elas são apresentadas.

**Quadro 3:** Exemplos de estratégias didáticas

Seminário	Fórum de discussão
Simpósio	Workshop
Oficina temática	Dramatizações
Phillips 66	Júri simulado
Painel integrado	Grupo de verbalização e grupo de observação
Diálogo	Fórum de discussão

Fonte: elaborada pela autora.

Considerando as estratégias didáticas propostas para o ensino de química, temos pesquisas como as de Filho (2010), que destaca o uso de diversas estratégias de ensino para abordagem de química orgânica, entre elas o estudo de texto, painel integrado, estudo do meio, oficina temática, experimentação. Outra pesquisa destaca a importância da articulação de diferentes estratégias para a abordagem da educação ambiental no ensino de ciências, numa turma de 3º ano do ensino médio de uma escola estadual (UHMANN; ZANON, 2013). Nessa, atividades experimentais e pesquisas com produção de relatórios e outras, foram desenvolvidas com foco nas interações de diálogo e questionamento reconstrutivo de

saberes/práticas socioambientais. Para a abordagem do conceito de equilíbrio químico, pesquisas da área de ensino de Ciências propõem como estratégias o uso de experimentos, vídeos e simulações, jogos didáticos, júri simulado e outras (Tabela 1, página 27). Dessa forma, diversificar as estratégias didáticas a serem utilizadas durante as aulas torna o processo educativo mais dinâmico.

Como podemos perceber existe uma diversidade de estratégias didáticas que pode ser utilizada pelo professor em sua atividade de ensino, particularmente as contidas no Quadro 3 (página 44) apresentam-se como boas oportunidades de interação entre os alunos, melhorando assim as situações de aprendizagem. Escolher as estratégias que permite a interação entre os sujeitos do processo educativo é possibilitar que a comunicação ocorra de forma mais satisfatória. Já que a comunicação é um fator de desenvolvimento (LEONTIEV; VIGOTSKI; LURIA, 1991).

Dessa forma, as interações e os discursos promovidos pela comunicação, favorecem o processo de construção dos significados ao longo da aula (MORTIMER; SCOTT, 2002). Portanto, a estrutura do discurso desenvolvido tem influência sobre a aprendizagem dos alunos. Segundo Cordeiro (2007, p. 99), “os tipos de perguntas que são feitas, os modos como elas são formuladas, a observação de que respostas são aceitas, toleradas ou rejeitadas pelo professor e do retorno (*feedback*) que é dado a cada uma delas, tudo isso vai fazendo, aos poucos, com que as crianças aprendam a ser alunos”. Ou seja, a maneira como o discurso é conduzido favorece (ou não) a aprendizagem dos alunos.

Nas aulas de Ciências, essas perguntas ou questionamentos podem estar presentes durante o discurso produzido pelos sujeitos do processo educativo. Destas podemos diferenciar aquelas que buscam somente avaliar os alunos daquelas que auxiliam na construção do conhecimento (MOLL, 1996). Estas últimas seriam mais interessantes ao processo de construção do conhecimento, pois promovem um maior engajamento do aluno no discurso produzido em sala de aula. Portanto, é ideal que bons questionamentos possam ser elaborados pelo professor nas aulas de Ciências.

Considerando esse contexto uma ferramenta analítica (esta é apresentada no capítulo 2) para as interações discursivas nas aulas de Ciências foi desenvolvida por Mortimer e Scott (2002), por influência da psicologia sociocultural e importância dessas interações para o processo de construção significação durante essas aulas. Esta permite analisar a forma como os professores podem guiar ou até mesmo elaborar situações de aprendizagem que resulte nessa construção. Um dos aspectos da ferramenta - a abordagem comunicativa - apresenta classes que são definidas por meio da caracterização do discurso entre os indivíduos em

termos de duas dimensões: discurso dialógico ou de autoridade; discurso interativo ou não-interativo.

Destas, o discurso interativo/dialógico apresenta-se como aquele em que o professor e os alunos exploram ideias, formularam perguntas autênticas e oferecem, consideram e trabalham diferentes pontos de vista (MORTIMER; SCOTT, 2002). Portanto, as estratégias didáticas que permitem que esse tipo de discurso seja produzido são as que apresentam maiores possibilidades de construção dos significados durante as aulas, por isso a necessidade de que o professor esteja atento a esses aspectos da dinâmica discursiva.

A escolha das estratégias didáticas faz parte do planejamento da aula. Ao planejar a aula, o professor deve organizar as experiências de aprendizagem e atividades de ensino e de aprendizagem que serão desenvolvidas, escolhendo aquelas que possibilitem uma maior interação entre os sujeitos do processo educativo. Portanto, a aula representa uma oportunidade que os sujeitos têm de se envolver com o processo de ensino e aprendizagem mais diretamente. Considerando que a organização da aula pode ser feita com base nos aspectos presente na Teoria da Atividade de Leontiev, nas próximas linhas é apresentada uma discussão acerca das contribuições desta teoria para o planejamento do processo de ensino e aprendizagem.

### 1.3 CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA ATIVIDADE PARA O PLANEJAMENTO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

A organização do processo educativo a ser realizado durante a aula é fundamental para que a aprendizagem dos alunos possa acontecer. Cordeiro (2007) afirma que “a aula é o lugar da concretização do ensino, o momento em que o professor executa os procedimentos que havia preparado”. Dessa forma, a aula representa o momento no qual atividades de ensino e aprendizagem podem ser realizadas, sendo assim proporcionadas situações, em que os sujeitos do processo educativo se relacionam entre si e com os conhecimentos sócio-historicamente produzidos.

É através do processo educativo que o homem entra em contato com a cultura e saberes científicos e sistematizados. Conforme Puentes e Longarezi (2013, p. 251), “dentro da tradição marxista e histórico-cultural, foi atribuída à educação a responsabilidade de oferecer as condições para que o homem efetue a apropriação da cultura criada pela humanidade ou

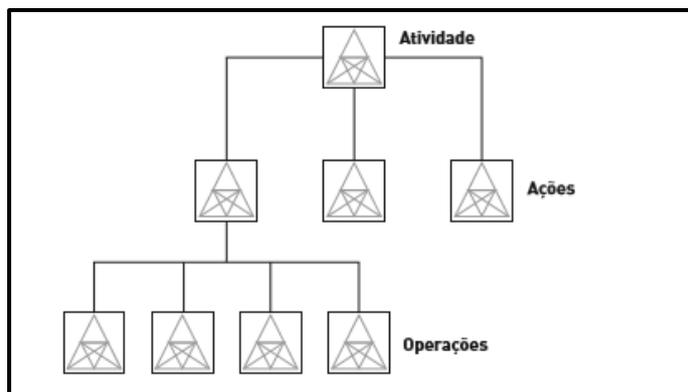
pelas gerações precedentes”. Portanto, a aprendizagem representa esse processo de apropriação, permitindo que o homem possa desenvolver-se como sujeito social e histórico.

Considerando as contribuições da psicologia histórico-cultural e da Teoria da Atividade, o ensino e a aprendizagem, são entendidas como atividades humanas particulares (BERNARDES, 2009). Leontiev (1983) apud Núñez (2009, p. 64), “considera a atividade humana como o processo que media a relação entre o ser humano (sujeito) e a realidade a ser transformada por ele (objeto da atividade)”. Sendo a aula o momento em que as atividades educativas acontecem, esta pode ser também entendida como mais uma das diversas atividades desenvolvidas pelo homem e, desse modo, mediadora da relação do sujeito com o conhecimento.

Essa relação entre o homem e o mundo, a partir da atividade, é um dos aspectos presentes na Teoria da Atividade. Esta foi desenvolvida por Leontiev, Rubinstein e Luria, e é considerada uma continuidade da escola histórico-cultural iniciada por Vigotski (LIBÂNEO, 2004a). Um aspecto importante da atividade é ela ser um processo eliciado e dirigido por um motivo - aquele no qual uma ou outra necessidade é objetivada (LEONTIEV, 1978).

O motivo da atividade está associado à satisfação de uma ou várias necessidades. Estas estimulam a atividade e a orientam, visto que o sujeito tem consciência delas (NÚÑEZ, 2009). Há, portanto, uma conexão entre a necessidade e atividade realizada. Esta necessidade é sempre em relação a um objeto, que pode ser material ou ideal. Por isso entende-se que a atividade apresenta um caráter objetual (LIBÂNEO, 2004b). E para satisfazer essa necessidade é preciso que ações sejam realizadas.

A atividade humana apresenta uma estrutura com três níveis de funcionamento diferentes entre si – a atividade propriamente dita, as ações e as operações (OLIVEIRA, 1995). A atividade em si representa a complexa relação entre o homem e o mundo, sendo ela realizada através de ações dirigidas por metas. O aspecto prático da realização dessas ações, condições e procedimentos se referem às operações. Esses níveis apresentam uma hierarquia, que pode ser representada pela Figura 1.

**Figura 1:** Níveis da Estrutura da Atividade

Fonte: CAMILLO; MATTOS, 2014, p. 217.

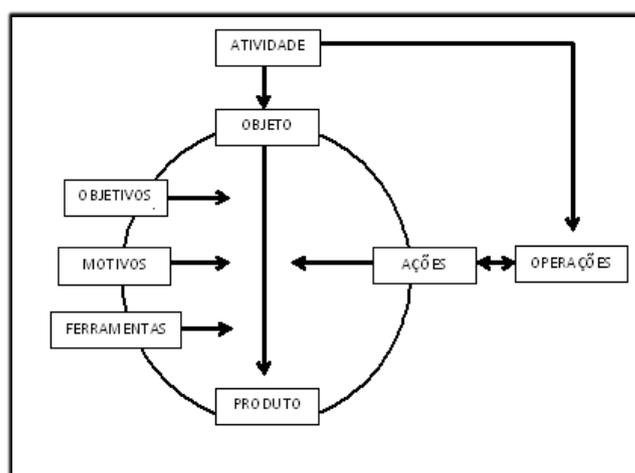
Conforme Camillo e Mattos (2014), esses níveis interpenetram-se, retroalimentam-se determinam-se reciprocamente, e mesmo havendo uma coordenação entre as ações e operações na atividade desenvolvida, esta é quem determina e é determinada pelo contexto para que a coordenação aconteça. Apresentando assim, uma complexidade que é inerente às atividades humanas. Dessa forma, as operações que se relacionam às condições instrumentais, quando coordenadas geram as ações, e estas se coordenam compondo a atividade.

Considerando o processo educativo, no qual a aula representa essa principal atividade humana desenvolvida, esses aspectos da Teoria da Atividade são essenciais para o planejamento do mesmo. Desse modo, quando o professor faz esse planejamento ele deve identificar as ações que serão desenvolvidas (as ações de ensino e de aprendizagem) e as operações necessárias. Para a atividade há uma delimitação na estrutura, que Leontiev tipifica como invariante: um sujeito, um objeto, os motivos, o objetivo, o sistema de operações, a base orientadora da ação, os meios para realizar a ação, as condições de realização e o produto (NÚÑEZ, 2009, p.75). Estes elementos são considerados importantes para o planejamento desse processo de ensino e aprendizagem.

O sujeito é aquele que realiza a ação, sendo esta dirigida para o objeto. Para que as ações aconteçam, os motivos devem existir no sujeito, caso contrário, a atividade não acontecerá satisfatoriamente. O objetivo da atividade é a representação imaginária dos resultados possíveis a serem alcançados com a realização da ação. Os procedimentos, métodos, técnicas e estratégias para realizar a ação e para a transformação do objeto em produto representa o sistema de operações. A base orientadora da ação (BOA) representa a imagem da ação que será realizada e do produto final, considerando ainda os procedimentos e

as condições exigidas para a realização dessa ação. Os meios são os mediadores entre o objeto e sujeito da atividade. As condições representam o conjunto de situações nas quais o sujeito realiza a atividade, e está atrelado ao contexto social. O resultado obtido com as transformações ocorridas com o objeto, por meio dos procedimentos, é o produto. A Figura 2 representa de forma esquemática a estrutura básica da atividade, na qual os elementos invariantes nela contidos apresentam-se articulados.

**Figura 2:** Estrutura da Atividade



Fonte: NÚÑEZ, 2009, p. 76.

No contexto do processo de ensino e aprendizagem, o qual pode ser descrito como um processo “[...] composto de duas partes: ensinar, que exprime uma atividade, e aprender, que envolve um certo grau de realização de uma determinada tarefa com êxito” (SANTOS, 2005, p. 19), a aula integra essas duas partes do processo, sendo assim entendida como mais uma atividade humana que pode apresentar uma estrutura como a representada na Figura 2. Portanto, quando os elementos da estrutura são bem delimitados e reconhecidos pelos sujeitos que dela participam, contribuem para que esse processo ocorra satisfatoriamente.

Nesse processo, o professor é o sujeito responsável pela organização da aula, como também das atividades de ensino e aprendizagem que serão realizadas. Sendo assim, essas atividades apresentam-se como atividades particulares dentro do processo educativo, as quais apresentam ações, motivos, objetivos e operações específicas a serem realizadas pelos sujeitos, nesse caso, o professor e o aluno. Nisto, as ações e operações dos sujeitos também apresentam uma relação dialética. De acordo com Bernardes (2009, p. 239),

As ações e operações do educador definem a organização do ensino que determina o conhecimento a ser ensinado e estabelece as condições mediadoras para que os estudantes venham a ter motivos para se integrarem na atividade de aprendizagem. As ações e as operações a serem executadas pelos estudantes na atividade de aprendizagem são correspondentes às expectativas presentes na organização do ensino.

Entendemos que as atividades de ensino e de aprendizagem apresentam uma relação complexa e importante para o processo de construção de significados ao longo da aula, sendo as ações de ensino, promotoras das ações de aprendizagem. Assim, as ações desenvolvidas pelo professor devem promover a humanização dos alunos por meio da aprendizagem (BERNARDES, 2009). E de acordo com os pressupostos da Teoria Sócio-Histórica esta é possível devido às interações que o sujeito realiza com outros indivíduos.

De acordo com Núñez (2009), os aspectos da Teoria da Atividade podem ser utilizados como recurso metodológico para o planejamento de estratégias de ensino. Pressupõe-se que isto se deve pela presença de componentes estruturais importantes para o processo educativo, como os objetivos e ações. Sendo assim, a estrutura da atividade (Figura 2, página 49) também pode servir como referencial para o planejamento da aula. Estas quando bem estruturadas e aliadas a adequadas estratégias didáticas proporcionam um maior engajamento dos sujeitos envolvidos no processo.

Esse engajamento pode ser determinado quando os sujeitos identificam, principalmente, os motivos de realizar determinada atividade. Conforme Bernardes (2009, p. 239),

No caso da atividade de ensino, o motivo é determinado pela necessidade de o educador ensinar o conhecimento teórico-científico elaborado sócio-historicamente, promovendo a humanização e a transformação dos estudantes por meio de ações conscientes e intencionais definidas na organização do ensino. Na atividade de aprendizagem, o motivo é definido pela necessidade de o estudante se apropriar do conhecimento sócio-histórico, tornando-se herdeiro da cultura, humanizando-se. Tanto na atividade de ensino quanto na atividade de aprendizagem, o motivo e o objetivo correspondem à necessidade de humanização dos indivíduos na relação com o gênero humano.

Dessa forma, fazer com que os alunos identifiquem essas necessidades e permaneçam motivados a realizar o que foi planejado, muitas vezes não representa uma tarefa simples para

o professor. Quando esses têm consciência dessas, podemos dizer que assim estarão engajados mais efetivamente no processo de ensino e aprendizagem. Para Kauark e Muniz (2011, p. 74), “uma pessoa motivada é claramente comprometida com o que faz e é capaz de dar o melhor de si, dedicando tempo e esforço na busca do novo que melhore seu desempenho e, conseqüentemente, a organização em que está inserido”. E é esse comprometimento dos sujeitos que permite que o processo educativo aconteça satisfatoriamente.

Se tratando do processo de ensino e aprendizagem dos conceitos científicos, especificamente do conceito de equilíbrio químico, que é considerado por muitos de difícil compreensão (MACHADO; ARAGÃO, 1996), tornar esse processo atrativo e significativo para os alunos é, portanto, uma tarefa árdua, mas possível. Aulas bem estruturadas, possivelmente, promovem o engajamento dos alunos e, conseqüentemente, a sua aprendizagem.

Colaborando com essa discussão, neste capítulo foi apresentada a relevância do conceito de equilíbrio químico para o Ensino de Química, considerando as duas perspectivas que podem ser utilizadas na abordagem deste, a cinética e a termodinâmica. Sendo esta última àquela que destaca uma maior possibilidade de compreensão dos fenômenos em que a situação de equilíbrio químico acontece, mesmo necessitando da compreensão de outros conceitos como espontaneidade, energia livre e entropia. Possivelmente, essa elevada carga conceitual leve os professores a optarem pela abordagem cinética, que é menos complexa do que a termodinâmica. A partir desse conceito podem ser compreendidos muitos fenômenos químicos, como por exemplo, a formação e decomposição da camada de ozônio.

Ainda nesse, foi apresentada a importância das estratégias para o processo de ensino e aprendizagem e o tipo de discurso que melhora o processo de construção de significados durante as aulas. Algumas estratégias propostas em pesquisas da área de Ensino de Ciências para o conceito de equilíbrio, como a experimentação, simulações, jogos, etc., também foram apresentadas. Sendo importante destacar a necessidade de abordá-lo considerando os níveis do conhecimento químico (simbólico, macroscópico e microscópico) (JONHSTONE, 2000). Além disso, também são apresentados os aspectos da Teoria da Atividade, como a estrutura invariante da atividade. Partindo do pressuposto que esta se apresenta como referência para o planejamento das aulas a serem desenvolvidas para a abordagem desse conceito, como também para análise do que é feito em sala de aula pelos professores, corroborando assim, para a pesquisa realizada, pois as aulas de dois professores foram analisadas com base nesses aspectos da Teoria da Atividade e nos aspectos da dinâmica discursiva que ocorre ao longo dessas.

O capítulo seguinte apresenta a metodologia usada nesta pesquisa, quem são os sujeitos pesquisados e como os dados foram obtidos e analisados.

## CAPÍTULO 2

### METODOLOGIA

Toda pesquisa requer uma metodologia adequada aos objetivos pretendidos. Se bem delimitada pode contribuir para alcançar as respostas aos diversos questionamentos. A caracterização do tipo de pesquisa permitirá a compreensão das etapas metodológicas realizadas (SANTOS, 2007). Dessa forma, o pesquisador poderá organizar as ações a serem desenvolvidas em etapas bem determinadas, as quais permitem alcançar seus objetivos. Neste capítulo são apresentados a classificação da pesquisa desenvolvida, os sujeitos participantes, e como foi realizada a coleta de dados, os procedimentos e a análise dos dados.

#### 2.1. ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA

O presente estudo caracteriza-se na perspectiva da abordagem qualitativa. Segundo Silva e Menezes (2005) esse tipo de pesquisa apresenta uma relação indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito, não traduzida em números. Além dessas características, preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano (MARCONI; LAKATOS, 2010). Uma pesquisa com esse tipo de abordagem fornece uma análise mais detalhada dos hábitos, comportamentos e atitudes dos indivíduos estudados, além de destacar os significados dados às ações desenvolvidas pelas pessoas analisadas e as experiências vivenciadas por elas.

Além das características de uma abordagem qualitativa, a nossa pesquisa se classifica como uma pesquisa do tipo etnográfica, a qual utiliza elementos do método etnográfico sendo este descritivo por excelência (SEVERINO, 2007). Dessa forma, a pesquisa descritiva é classificada a partir dos objetivos pretendidos, os quais são registrar e analisar os fenômenos estudados. Esse tipo de pesquisa também busca analisar suas causas, a partir da interpretação possibilitada pelos métodos qualitativos (id.).

A pesquisa etnográfica tem como característica a observação das ações humanas e sua interpretação. A etnografia é uma perspectiva de pesquisa tradicionalmente usada pelos antropólogos para estudar a cultura de um grupo social (ANDRÉ, 2005, p. 25). Ela teve sua origem justamente na prática desses quando eles estudavam os indivíduos de tribos e

pequenos grupos sociais. O grupo social estudado apresenta suas peculiaridades ou aspectos que os diferencia de outros grupos, o que os torna objeto de interesse de estudo. No estudo desses grupos, os antropólogos perceberam que os dados obtidos não podiam ser quantificados, mas sim, interpretados.

Para Severino (2007, p. 119) “trata-se de um mergulho no microsocial, olhado com uma lente de aumento.” Esse ‘mergulho’ possibilita a inserção do pesquisador no ambiente microsocial desses grupos. André (2011) destaca que, para os etnógrafos o foco de interesse é a descrição cultural de um grupo social, entretanto, para os estudiosos da educação o foco é o processo educativo.

Nessa pesquisa o grupo social estudado foi o da sala de aula. As observações foram realizadas em duas turmas distintas, ou seja, dois grupos sociais distintos. O processo educativo foi atentamente observado, buscando assim obter o maior número possível de informações acerca desses. Dessa forma, pode-se dizer que existe uma adaptação do que é a etnografia no seu sentido mais original (desenvolvido pelos antropólogos) para a pesquisa educacional, considerando os diferentes focos já descritos. Segundo André (2011), os profissionais da educação realizam estudos do tipo etnográfico. O interesse pela etnografia por esses profissionais ficou mais evidente no final dos anos 70, cujo cerne está o estudo da sala de aula e a avaliação curricular.

Anteriormente, o tipo de pesquisa realizada em sala de aula usava basicamente esquemas de observação, cujo objetivo era registrar o comportamento de professores e alunos numa situação de interação. Esses estudos ficaram conhecidos na época como análise de interação. Os fundamentos desse tipo de análise eram baseados nas ideias da psicologia comportamental (ANDRÉ, 2011).

Esses esquemas de observação por vezes ignoravam o contexto espaço/temporal em que os comportamentos aconteciam (DELAMONT; HAMILTON, 1976 *apud* ANDRÉ, 2011), como também pretendiam reduzir os comportamentos de sala de aula a unidades passíveis de tabulação e mensuração. Michel Stubbs e Sara Delamont no livro *Explorations in classroom observation* (1976), trazem uma análise crítica desse tipo de investigação, além de apresentarem alternativas como o uso da abordagem antropológica ou etnográfica. Esta considera que a investigação de sala de aula sempre acontecerá imbuída de uma multiplicidade de sentidos, sendo trabalho do pesquisador, estudar esse universo cultural.

Sendo assim, fica entendido que o estudo de tipo etnográfico realizado na sala de aula não se limita a descrever as situações, o ambiente, as pessoas e suas falas, mas busca reconstruir e interpretar a prática educativa considerando a multiplicidade desta. Na direção

do que afirma André (2011, p. 45) esse estudo “deve ir muito além e tentar reconstruir as ações e interações dos atores sociais segundo seus pontos de vista, suas categorias de pensamento, sua lógica”. Como já conhecido a que tipo de pesquisa se enquadra, o próximo tópico apresenta quem são os sujeitos desta pesquisa.

## 2.2. SUJEITOS DA PESQUISA

Como sujeitos desta pesquisa, temos dois professores de química do ensino básico do Estado de Pernambuco, formados pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Ao longo do trabalho eles foram chamados de P1 e P2, buscando preservar as suas identidades, por questões éticas. Ambos trabalham somente no ensino médio, o P1 na rede pública de ensino e o P2 na rede pública e privada (a observação das aulas foi realizada nesta) na cidade do Recife-PE.

Os dois professores foram escolhidos pela disponibilidade em contribuir com a pesquisa. Essa foi, portanto, uma dificuldade encontrada durante a pesquisa. Alguns dos professores que inicialmente se disponibilizaram a participar desistiram no último momento. Outro fator que também contribuiu com a escolha dos professores foi o tempo de experiência de ambos. O P1 tem 12 anos de experiência em sala de aula, já P2 tem 20 anos de experiência. As aulas observadas desses professores foram feitas nas turmas do 2º ano do ensino médio, pois o conteúdo de equilíbrio químico é visto nessa série, sendo a turma do P1 composta de 40 alunos e do P2 por 30 alunos. O termo de consentimento para observação junto às escolas (apêndice A) foi disponibilizado para a instituição e participantes semanas antes das aulas acontecerem, assim foi possível conhecer um pouco do ambiente escolar e a própria sala de aula. A receptividade de ambas as escolas (alunos e coordenação), com relação à pesquisa a ser realizada, foi muito satisfatória.

Como já descrito anteriormente, essa pesquisa é do tipo etnográfica, os dados foram obtidos através da observação direta da sala de aula de dois professores da educação básica, da análise do plano de aula desses, juntamente com a realização de entrevistas e aplicação de questionários aos alunos. No próximo item são descritas as técnicas de coleta usadas e suas particularidades.

### 2.3. COLETA DOS DADOS

Os professores participantes desta pesquisa foram inicialmente entrevistados. A entrevista permite aprofundar as questões e esclarecer alguns problemas que possam surgir (ANDRÉ, 2011). A entrevista é, portanto, uma técnica da pesquisa de campo. O objetivo da entrevista com os professores foi conhecer o perfil desses, as perspectivas que apresentam sobre o conceito a ser trabalhado, um pouco da sua experiência e o que foi planejado para aula.

Segundo Maia (2008, p. 85), “a entrevista é uma técnica eficiente e eficaz para a obtenção das informações desejadas, mas é indispensável ter muito cuidado na preparação do seu roteiro”. O tipo de entrevista realizada nessa pesquisa foi a padronizada ou estruturada, portanto, foi utilizado um formulário. Este, segundo Marconi e Lakatos (2009), é um dos instrumentos de coleta de dados que permite obter informações diretamente do entrevistado. O formulário de entrevista continha sete perguntas abertas (apêndice B).

A escolha da entrevista estruturada se fez pela possibilidade de se obter respostas às mesmas perguntas e pela facilidade de leitura e análise desses a partir da comparação dos dados por meio da tabulação. Para Severino (2007) com o uso da entrevista estruturada, as respostas são mais facilmente categorizáveis. Todas as perguntas do formulário foram pensadas e articuladas com o que foi encontrado nas pesquisas sobre o tema, desde as dificuldades dos alunos durante a aprendizagem desse conceito às estratégias didáticas propostas e usadas pelos professores para ensinar sobre o conceito. Desse modo, a maioria das perguntas presentes na entrevista continha relação com o aspecto epistemológico (o que o professor conhece sobre o conceito) e didático pedagógico (o que foi planejado para as aulas).

Os planos de aula também foram considerados na coleta de dados, pois estes são fontes de informações que permitem conhecer o que foi planejado pelo professor. Assim, identificando os aspectos relacionados à prática do professor e, principalmente, as propostas de estratégias didáticas para a abordagem do conceito de equilíbrio químico. Nesse caso, o plano de aula foi considerado como material adequado para a coleta de dados.

Outra técnica utilizada foi a observação sistemática e não participante. O principal objetivo da observação é registrar e acumular informações, nesse caso, da prática educativa. Esse tipo de técnica permite um contato pessoal do investigador com o fenômeno estudado (MARCONI; LAKATOS, 2010). Ainda segundo Marconi e Lakatos (2009, p. 76), “essa técnica permite conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados

aspectos da realidade”. Dessa forma, o investigador pode estar presente no momento do acontecimento dos fatos, tendo uma visão mais ampliada da realidade vivida pelos indivíduos.

Essa observação é classificada como sistêmica pelo fato do pesquisador saber o que procura. A observação assim é planejada com cuidado e sistematizada (MARCONI; LAKATOS, 2009). Essa observação seguiu um roteiro de observação (apêndice C) previamente estabelecido pela pesquisadora para que os objetivos desta etapa estivessem bem definidos no momento da coleta dos dados. A observação é classificada como não participante, por não existir envolvimento ou participação efetiva do investigador durante a pesquisa, ele é somente um espectador. Desse modo, todas as aulas observadas foram gravadas em vídeo para posterior análise dos dados obtidos.

Com o objetivo de obter um *feedback*, ao final de cada aula os alunos eram solicitados a responder um questionário referente ao que foi realizado, para desse modo conhecer a perspectiva do aluno com relação à estrutura da aula realizada. O instrumento de coleta de dados nesse caso foi o questionário (apêndice D). Este se caracteriza como um “conjunto de questões, sistematicamente articuladas, que se destina a levantar informações escritas por parte dos sujeitos pesquisados, com vistas a conhecer a opinião dos mesmos sobre os assuntos em estudo” (SEVERINO, 2007, p. 125).

O objetivo da aplicação do questionário aos alunos foi reconhecer alguns dos elementos estruturantes da atividade identificados na observação das aulas e identificar o que os alunos descrevem ter aprendido durante as aulas sobre equilíbrio químico. Assim ampliando a descrição, explicação e compreensão do que acontece em sala de aula durante esse processo, sob a perspectiva do aluno. O questionário continha todas as questões abertas. Chaer et al (2011), afirma que esse tipo de questionário dá uma maior liberdade de resposta ao informante. Este é um ponto positivo da aplicação desse tipo de instrumento de coleta, contudo, é possível que essa liberdade seja para alguns, no momento de expressar-se através da escrita, uma situação difícil. Portanto, as perguntas do questionário (sete perguntas abertas) foram elaboradas buscando uma maior objetividade, evitando ambiguidades e dúvidas para o aluno.

Em seguida são detalhados os procedimentos da pesquisa, sendo três etapas realizadas: a entrevista com os professores e análise do plano de aula, a observação da sala de aula e a aplicação dos questionários.

## 2.4. PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Esta pesquisa apresenta uma abordagem metodológica de caráter qualitativo, visto que se pretendeu analisar as estratégias e atividades didáticas adotadas por professores de química para o ensino de equilíbrio químico e como os padrões de interações estabelecidos podem contribuir para o processo de aprendizagem durante as aulas. Sendo uma pesquisa do tipo etnográfica, os dados foram obtidos, principalmente, a partir da observação das aulas de química de dois professores do ensino médio, nas turmas de 2º ano, um de escola pública e outro de escola privada.

Considerando os aspectos descritos do estudo etnográfico, foram assim feitas entrevistas com os professores e análise dos planos de aula, gravações em vídeo das aulas e aplicação de questionários aos alunos (após cada aula). Para melhor compreensão do que foi realizado ao longo da pesquisa, as etapas são descritas nas próximas linhas.

### 2.4.1. Etapa 1: Entrevista com os professores

A entrevista com os professores foi realizada antes da observação das aulas. Essa etapa foi realizada com o objetivo de conhecer algo sobre os professores, o que eles entendem sobre o conceito de equilíbrio químico e identificar o que foi planejado para suas aulas. A entrevista seguiu o formulário (apêndice B) desenvolvido pela pesquisadora, o qual continha sete perguntas abertas.

Em relação ao perfil do professor buscou-se conhecer, o tempo de experiência e o conhecimento desses com relação ao conceito de equilíbrio químico. Algumas das perguntas (4ª e 5ª) foram elaboradas com base no que vem sendo discutido em pesquisa em ensino de Ciências sobre as dificuldades dos alunos quanto à aprendizagem desse conceito. Como os estudos de Machado e Aragão (1996) que afirmam sobre a deficiência de compreensão de aspectos importantes desse conceito pelos alunos do ensino médio, como também a relação dessa situação com as formas de abordagem desse conteúdo pelos professores. Dessa forma, conhecer a perspectiva desses professores com respeito a essas questões se fez necessário.

As duas últimas perguntas buscam conhecer sobre o planejamento do professor, considerando que alguns dos elementos estruturantes da atividade também possam ser identificados nesse. De forma a contribuir com a coleta de dados, logo após a entrevista foi solicitado aos professores o plano de aula elaborado para esse conteúdo. Isto se justifica pela

necessidade de conhecer principalmente as propostas de estratégias didáticas para a abordagem do conceito de equilíbrio químico.

A próxima etapa da pesquisa foi a observação das aulas dos dois professores.

#### **2.4.2. Etapa 2: Observação da sala de aula**

Pode-se dizer que esta foi a etapa mais importante da pesquisa, pois ela apresentou o maior número de dados coletados. As observações das aulas ocorreram no segundo semestre de 2014. O tipo de registro foi feito em vídeo, com a autorização do professor, para que maiores detalhes pudessem ser apreendidos e fossem revistos quantas vezes fosse necessário. Verificando assim, como eles abordam o conteúdo, quais são as estratégias didáticas usadas em suas aulas e como a dinâmica discursiva da sala de aula pode favorecer o processo de construção do conceito.

As observações realizadas foram do tipo não participante e sistemática. Não participante, pois a pesquisadora atuou basicamente como expectadora do processo, e sistemática, por que um roteiro de observação (apêndice C) foi utilizado. Este é uma adaptação do que foi produzido por Ninin (2009). Ela situa a ação de observar sob a perspectiva da Teoria da Atividade, considerando que esta pode ser entendida como “uma atividade em que o sujeito observador e o sujeito observado constroem significados com base em suas histórias e nos processos culturalmente construídos, relacionados ao fazer docente” (NININ, 2009, p.254). Assim, considerar que há construção de significados por esses sujeitos a partir da atividade de observação é afirmar que esta atividade, assim como qualquer outra atividade humana, é o resultado do desenvolvimento sociohistórico. A partir das experiências socioculturais e históricas que as ações desenvolvidas vão ganhando significado para os indivíduos. Assim, construir significados para dar sentidos as suas ações.

Trazendo a Teoria da Atividade como referencial nesse momento da observação de sala de aula, podemos afirmar que ambos os sujeitos são os principais indivíduos engajados nessa atividade. O primeiro sujeito, cujo papel deve ser o de mero espectador, é o que observa atentamente as ações desenvolvidas pelo outro sujeito ou outros sujeitos do processo educativo, a depender da situação em questão. Sua proposta não é a de emitir juízo ou criticar o professor observado e sim conhecer um pouco da dinâmica interna desse processo, as estratégias e metodologias de ensino, as atividades realizadas e interações estabelecidas entre alunos e professores.

O roteiro utilizado foi importante na identificação de alguns aspectos da aula dos professores, por exemplo, as interações em sala de aula, principalmente aquelas que representaram as melhores situações para a construção do conceito supracitado. Como foi estabelecido anteriormente à aula, o roteiro possibilitou delimitar o que seria observado de acordo com os objetivos estabelecidos para a pesquisa. O foco da observação estava sob o tipo de abordagem utilizada pelos professores, desse modo, os elementos estruturantes da atividade, as estratégias utilizadas e a dinâmica discursiva ao longo da aula foram investigados.

Com relação ao roteiro de observação, ele contém dois grandes eixos de interesse da observação: os elementos estruturantes da atividade (NÚÑEZ, 2009) e os questionamentos com relação à aula (NININ, 2009). Em relação aos elementos estruturantes da atividade têm-se os motivos, o objeto, os objetivos, as ações e os produtos, enquanto que os questionamentos com relação à aula se associam à condução da aula, as interações em sala de aula e a socialização do conhecimento.

Dessa forma, o roteiro de observação contribuiu com a sistematização das observações realizadas. Como dito anteriormente, todas as aulas foram filmadas para melhor análise posterior, permitindo que mais detalhes pudessem ser extraídos durante a revisão dos vídeos. Foram observadas um total de 05 aulas, sendo 03 aulas de P1 e 2 aulas de P2, que nesse caso, corresponderam ao número de aulas utilizados por cada professor para trabalhar o conceito de equilíbrio químico. Logo após a filmagem da aula os pontos presentes no roteiro foram preenchidos. Ao término de cada aula foi solicitado que os alunos respondessem os questionários, o próximo tópico detalha essa outra etapa da pesquisa.

### **2.4.3. Etapa 3: Aplicação dos questionários aos alunos**

A última etapa da coleta de dados realizada foi a aplicação dos questionários aos alunos no final de cada aula. O objetivo desta etapa foi reconhecer alguns dos elementos estruturantes da atividade identificados na observação das aulas e verificar o que os alunos aprenderam durante as aulas sobre o conceito de equilíbrio químico. O questionário continha sete perguntas abertas (apêndice D). Os elementos estruturantes da atividade que se buscou reconhecer nas respostas dos alunos foram os motivos, os objetivos da aula, o objeto (conteúdo da aula) e as ações desenvolvidas pelos alunos. Com relação ao conteúdo buscou-se conhecer o que os alunos descrevem ter aprendido sobre esse. O Quadro 4 sintetiza o que se

desejou analisar nos questionários, sendo estes elementos utilizados como categorias para a análise dos questionários.

**Quadro 4:** Elementos a serem analisados nos questionários

Questão	Elementos para a análise
1ª e 2ª	Motivos
3ª	Objetivos da aula
4ª e 5ª	Objeto (Conteúdo)
6ª e 7ª	Ações

Fonte: elaborada pela autora.

Desse modo, as respostas dos alunos foram analisadas. Com os dados obtidos com os questionários, os quais forneceram a perspectiva dos alunos com relação ao que foi feito em sala de aula, uma maior discussão sobre as estratégias usadas pelos professores para abordagem do conceito trabalhado pôde ser realizada. Assim, fornecendo uma melhor compreensão da prática educativa ocorrida durante as observações.

## 2.5. ANÁLISE DOS DADOS

Na análise foram considerados os dados obtidos nas etapas descritas no procedimento de pesquisa. Os dados obtidos com a entrevista foram organizados num quadro esquemático. Os aspectos utilizados para a análise das respostas dadas pelos professores foram referentes ao perfil do professor com relação ao tempo de experiência com a disciplina de química e ao conteúdo, nesse caso equilíbrio químico. As duas últimas categorias referem-se à motivação e o planejamento da aula.

Para o plano de aula, os elementos para a análise foram o conteúdo, as habilidades, as estratégias didáticas, o instrumento de avaliação e as situações de aprendizagem. Essas categorias tem relação com os elementos presentes no roteiro de observação da aula: conteúdo objetual, objetivos, procedimentos do professor, maneira como questiona os alunos e as ações/operações. A análise das respostas dadas pelos professores e seus planos de aula permitiram conhecer a concepção deles acerca do conceito de equilíbrio químico e o que foi planejado para as suas aulas.

Com relação à observação da aula, foi possível identificar a estrutura da aula realizada. Nesse caso, os elementos estruturantes da atividade e as estratégias didáticas utilizadas pelos

professores durante a abordagem do conceito puderam ser analisados. Esta representa a primeira parte da análise das aulas dos dois professores.

A Teoria da Atividade foi escolhida como referencial para a análise da abordagem utilizada pelos professores, isso porque os componentes estruturais desta teoria apresentam uma relação que permite alcançar os objetivos pretendidos para a pesquisa, sendo esses também importantes para o processo de ensino e aprendizagem. Asbahr (2005, p. 108) afirma que “essa teoria constitui uma abordagem teórico-metodológica multidisciplinar em potencial para a pesquisa educacional”. Desse modo, têm-se como elementos estruturantes analisados o motivo (como o professor motiva os alunos para a realização da atividade?) o objeto ou conteúdo objetal (qual é este?), os objetivos (quais são e se estes são apresentados aos alunos?), as ações e operações (quais são realizadas pelos alunos?) e os produtos ou resultados esperados. Os elementos analisados foram organizados em quadros esquemáticos. Dessa forma, investigar a estrutura da atividade desenvolvida, nesse caso a aula, permite conhecer como ela mediatiza a aprendizagem dos alunos.

Com respeito às aulas ministradas pelos professores observados, colaboraram para a análise os elementos que se relacionam à condução da aula, às interações em sala de aula e à socialização do conhecimento (NININ, 2009). Considerando que a partir das interações ocorridas durante as aulas o conhecimento químico é socializado e favorece a aprendizagem do conceito, essas também são de interesse de análise para a pesquisa. Desse modo, as interações discursivas ocorridas nessas aulas também foram analisadas. Os aspectos presentes na dinâmica discursiva durante a abordagem do conceito de equilíbrio químico foram investigados, nesse caso a abordagem comunicativa e os padrões de interação. Essa representa a segunda parte da análise das observações das aulas. Como referencial foi utilizada a ferramenta analítica do discurso proposta por Mortimer e Scott (2002). Uma característica importante desse tipo de análise é a possibilidade de conhecer como os significados e entendimentos podem ser desenvolvidos no contexto da aula.

Por último foram analisadas as respostas dadas pelos alunos ao questionário aplicado ao fim de cada aula. Estas foram analisadas levando em consideração alguns dos elementos estruturantes da atividade: os motivos, os objetivos da aula, o conteúdo da aula e as ações desenvolvidas durante a aula. O próximo tópico traz as principais características dessa ferramenta utilizada na análise.

### **2.5.1. A estrutura analítica do discurso de sala de aula e as estratégias didáticas propostas para o ensino de equilíbrio químico**

“A sala de aula é um ambiente dinâmico no que se refere às interações entre alunos e seus pares; alunos e professores; e alunos, professores e os objetos de aprendizagem” (SOUZA; SASSERON, 2012, p. 594). E essas interações são possíveis, pois entre eles a linguagem utilizada é conhecida por todos, sendo esta o instrumento mediador dessas. A discussão acerca da relação entre as interações discursivas e linguagem vem ganhando espaço. Os trabalhos de Mortimer e Scott (2002), Newton e Osborne (2000), Nascimento e Vieira (2009), Sasseron e Carvalho (2008), Roth (2003) e outros, apresentam estudos sobre essa temática.

Analisar a dinâmica discursiva de uma aula de ciências é uma maneira de se ampliar as discussões e as perspectivas de como podemos melhorar o processo de ensino e aprendizagem. A estrutura analítica desenvolvida por Mortimer e Scott (2002) não é apenas uma ferramenta que permite entender como as interações entre professores e alunos promovem a construção dos significados por meio do uso da linguagem, mas também uma possibilidade de elaboração de um plano de ação docente que promova a aprendizagem dos alunos.

A estrutura da ferramenta analítica apresenta cinco aspectos que se relacionam entre si: as intenções do professor, o conteúdo, a abordagem comunicativa, os padrões de interação e as intervenções do professor. Esses aspectos são agrupados em termos de focos do ensino, a abordagem e as ações. É responsabilidade do professor a tarefa de tornar disponível o ponto de vista científico, diferenciando este de outros pontos de vistas e dando suporte na construção de significados pelos alunos (AMARAL; MORTIMER, 2007). O quadro 5 apresenta a estrutura proposta para a análise das interações discursivas:

**Quadro 5:** Estrutura analítica

ASPECTOS DA ANÁLISE		
i.	Focos do ensino	1. Intenções do professor 2. Conteúdo
ii.	Abordagem	3. Abordagem comunicativa
iii.	Ações	4. Padrões de interação 5. Intervenções do professor

Fonte: Mortimer e Scott, 2002, p. 285.

As intenções do professor e o conteúdo se agrupam em termos de focos do ensino, sendo as primeiras diretamente ligadas à chamada ‘performance’ do professor e esse último ao que é chamado de ‘história científica’. Segundo Mortimer e Scott (2002, p. 286), “o trabalho de desenvolver a ‘história científica’ no plano social da sala de aula é central nessa performance”. Pode-se dizer que desenvolver bem essa ‘história’ seria a primeira intenção do professor. Não sendo, portanto, a única intenção identificada numa sequência de ensino, os mesmos apresentaram outras intenções que derivam de outros aspectos da teoria sociocultural e das experiências como pesquisadores da sala de aula e que, principalmente, devem ser consideradas. Estas são apresentadas no quadro 6:

**Quadro 6:** Intenções do professor

<b>Intenções do professor</b>	<b>Foco</b>
<b>Criando um problema</b>	Engajar os estudantes, intelectual e emocionalmente, no desenvolvimento inicial da ‘história científica’.
<b>Explorando a visão dos estudantes</b>	Elicitar e explorar as visões e entendimentos dos estudantes sobre ideias e fenômenos específicos.
<b>Introduzindo e desenvolvendo a ‘história científica’</b>	Disponibilizar as ideias científicas (incluindo temas conceituais, epistemológicos, tecnológicos e ambientais) no plano social da sala de aula.
<b>Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas e dando suporte ao processo de internalização</b>	Dar oportunidades aos estudantes de falar e pensar com as novas ideias científicas, em pequenos grupos e por meio de atividades com a toda a classe. Ao mesmo tempo, dar suporte aos estudantes para produzirem significados individuais, internalizando essas ideias.
<b>Guiando os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso</b>	Dar suporte aos estudantes para aplicar as ideias científicas ensinadas a uma variedade de contextos e transferir aos estudantes controle e responsabilidade (Wood et al., 1976) pelo uso dessas ideias.
<b>Mantendo a narrativa: sustentando o desenvolvimento da ‘história científica’</b>	Prover comentários sobre o desenrolar da ‘história científica’, de modo a ajudar os estudantes a seguir seu desenvolvimento e a entender suas relações com o currículo de ciências como um todo.

Fonte: Mortimer e Scott, 2002, p. 286.

Outro aspecto da estrutura analítica é o conteúdo do discurso de sala de aula. Este se relaciona com as interações entre o professor e os alunos, sendo a ‘história científica’ o conteúdo de interesse da estrutura analítica, não esquecendo que outros conteúdos são também importantes para o trabalho do professor, como por exemplo, os aspectos procedimentais. As categorias de análise fazem referência às características da linguagem social (BAKHTIN, 1986 *apud* MORTIMER; SCOTT, 2002): descrição (envolve enunciados

que se referem a um sistema, objeto ou fenômeno), explicação (envolve importar algum modelo teórico para se referir a um fenômeno ou sistema específico) e generalização (envolve elaborar descrições ou explicações que são independentes de um contexto específico). Os referentes utilizados nas descrições e explicações podem ser empíricos ou teóricos. O primeiro se caracteriza quando os referentes são diretamente observáveis, do contrário tem-se o segundo referente.

O aspecto central da estrutura analítica é a abordagem comunicativa. Não somente por estar localizado entre o foco de ensino e as ações, mas por possibilitar que seja reconhecido como o professor articula todos os outros aspectos. Como esse trabalha as intenções e o conteúdo do ensino por meio das diferentes intervenções pedagógicas que resultaram em padrões de interação distintos (MORTIMER; SCOTT, 2002). De acordo com o discurso entre professor e alunos ou entre os alunos, têm-se duas dimensões, dialógica ou de autoridade e interativa ou não interativa. Da combinação entre essas dimensões surgem quatro classes de abordagem comunicativa: interativa/dialógica, não-interativa/dialógica, interativa/de autoridade, não-interativa/de autoridade. Estas classes são bem definidas no Quadro 7.

**Quadro 7:** Classes de abordagem comunicativa na sala de aula

<b>Interativa/Dialógica</b>	Há a participação de mais de uma pessoa e são considerados diferentes pontos de vista na interação. Geralmente o professor e alunos exploram diferentes ideias, fazem perguntas autênticas e oferecem, escutam e discutem diferentes pontos de vista.
<b>Interativa/De autoridade</b>	Há a participação de mais de uma pessoa, mas somente um ponto de vista é considerado na interação, normalmente o da ciência escolar. O professor, geralmente, conduz os estudantes mediante uma sequência de perguntas e respostas com o objetivo de chegar a um determinado ponto de vista.
<b>Não-interativa/Dialógica</b>	Somente uma pessoa está envolvida na ação comunicativa e mais de um ponto de vista é considerado. Geralmente o professor sintetiza e revê diferentes pontos de vista, destacando similaridades e diferenças.
<b>Não-interativa/De autoridade</b>	Somente uma pessoa produz os enunciados e somente um ponto de vista é considerado na ação comunicativa. Normalmente o professor apresenta esse único ponto de vista, o da ciência escolar.

Fonte: Amaral e Mortimer, 2007, p. 251.

É importante considerar que num discurso pode haver a predominância de um dos polos da dimensão dialógica e de autoridade, logo que não há discurso de autoridade ou dialógico puro (AMARAL; MORTIMER, 2007). A partir da análise do tipo de abordagem é possível também identificar algo sobre a participação dos alunos durante a sequência discursiva. Dessa forma, a primeira classe interativa/dialógica é a que apresenta as maiores

possibilidades de que os alunos estejam mais participativos, assim, melhorando suas aprendizagens.

Nesta pesquisa a abordagem comunicativa foi escolhida como um dos aspectos a serem analisados, devido à necessidade de caracterizar de forma mais direta como o professor conduz o discurso em sala de aula. Mais especificamente, como o discurso entre os personagens do processo de ensino e aprendizagem proporciona a construção do significado do conceito de equilíbrio químico durante a abordagem utilizada pelos professores.

Juntamente com a abordagem comunicativa, os padrões de interação foram utilizados na análise das aulas observadas desta pesquisa. Os padrões de interação, outro aspecto presente na estrutura analítica de Mortimer e Scott (2002), tem origem na alternância no turno de fala do professor e alunos. Sendo estabelecidas duas categorias para os padrões: o triádico I-R-A acontece quando o professor inicia, o aluno responde e em seguida o professor avalia. O padrão não triádico em cadeia I-R-P-R-P... ou I-R-F-R-F..., nesse caso, há a possibilidade de prosseguimento (P) da fala do aluno ou o professor fornece um feedback (F) para que o aluno elabore melhor sua fala. Podendo ser cadeias abertas se não apresentarem avaliação no final ou fechadas se tiver (AMARAL; MORTIMER, 2007).

Complementar a essa análise dos padrões de interação presentes no discurso têm-se as categorias propostas por Mehan (1979). Para a análise da sala de aula ele propôs uma estrutura com três etapas: a abertura (relaciona-se com o que será realizado na aula e a preparação dos participantes para o desenvolvimento das atividades), o desenvolvimento (refere-se às interações entre professor e aluno) e o fechamento das aulas (uma revisão do que foi feito na aula). Neste caso o desenvolvimento é a etapa de interesse para a análise das aulas observadas nesta pesquisa.

Para os padrões de interação em sala de aula propôs a seguinte caracterização. Com relação à iniciação: a iniciação de escolha, a iniciação de produto, a iniciação de processo e a iniciação de metaproceto. Um tipo específico de iniciação proporciona um tipo de resposta. Considerando a sequência durante as interações há as tríades (sequência de três partes) e de cadeia (sequência estendida). A tríade descrita por ele é igual à proposta por Mortimer e Scott (2002): I-R-A. Nesse caso, a simetria é atingida no primeiro retorno, diferentemente da cadeia estendida, na qual é necessário que o iniciador dê sustentação ao diálogo até alcançar o retorno esperado. A essas estratégias de sustentação na cadeia estendida ele considera como diferentes tipos de avaliação. Nas duas situações, seja nas tríades ou cadeias, a avaliação é feita até que se chegue à simetria da sequência.

Com relação às respostas dadas têm-se: a resposta parcialmente completa, resposta incompleta ou resposta assimétrica (inadequada ao tipo de iniciação feita). Também pode acontecer de não haver resposta nenhuma. Uma destas pode aparecer na sequência estendida. Para a finalização da sequência são definidos dois tipos de situações. Se o iniciador alcança a resposta esperada, há nesse caso uma avaliação positiva e finalização da sequência. Do contrário, se o iniciador tiver uma das respostas descritas anteriormente ou não tiver resposta, pode acontecer uma avaliação negativa ou a interação poderá prosseguir. Não significando que a sequência foi finalizada. Para que isto aconteça é preciso que uma resposta satisfatória seja obtida ou uma simetria para a sequência seja encontrada. No Quadro 8 estão reunidas essas categorias descritas anteriormente.

**Quadro 8:** Caracterização de padrões de interação em sala de aula

<b>Tipos de iniciação</b>	
Iniciação de escolha - Ie	O retorno deve ser para concordar ou discordar
Iniciação de produto - If	O retorno deverá ser uma resposta factual
Iniciação de processo - Ip	O retorno representa uma opinião ou interpretação
Iniciação de metaproceto - Im	O retorno é uma reflexão sobre o processo
<b>Tipos de respostas</b>	
Relativa à iniciação - R	Reflete o tipo de iniciação feita, podendo ser uma escolha, uma resposta factual, uma opinião ou interpretação ou uma reflexão sobre o processo
Relativa à avaliação	Resposta completa Resposta parcialmente completa Resposta incorreta ou assimétrica Ausência de resposta
<b>Tipos de avaliação e prosseguimento</b>	
Avaliação positiva - A	Finaliza a sequência
Prosseguimento - P	Avaliação negativa Repetição da iniciação Simplificação da negociação Outros

Fonte: Amaral e Mortimer, 2007, p. 255.

O último aspecto da estrutura analítica é a intervenção do professor. São especificadas seis formas de intervenção: dando forma aos significados, selecionando significados, marcando significados chaves, compartilhando significados, checando o entendimento dos estudantes, revendo o progresso da história científica (MORTIMER; SCOTT, 2002). O Quadro 9 a seguir detalha esse aspecto.

**Quadro 9:** Intervenções do professor.

<b>Intervenção do Professor</b>	<b>Foco</b>	<b>Ação - o professor</b>
<b>1. Dando forma aos Significados</b>	Explorar as ideias dos estudantes.	Introduz um termo novo; parafraseia um resposta do estudante; mostra a diferença entre dois significados.
<b>2. Selecionando Significados</b>	Trabalhar os significados no desenvolvimento da história científica.	Considera a resposta do estudante na sua fala; ignora a resposta de um estudante.
<b>3. Marcando significados chaves</b>		Repete um enunciado; pede ao estudantes que repita um enunciado; estabelece uma sequência I-R-A com um estudante para confirmar uma ideia; usa um tom de voz particular para realçar certas partes do enunciado.
<b>4. Compartilhando Significados</b>	Tornar os significados disponíveis para todos os estudantes da classe	Repete a ideia de um estudante para toda a classe; pede a um estudante que repita um enunciado para a classe; compartilha resultados dos diferentes grupos com toda a classe; pede aos estudantes que organizem suas ideias ou dados de experimentos para relatarem para toda a classe.
<b>5. Checando o entendimento dos estudantes</b>	Verificar que significados os estudantes estão atribuindo em situações específicas	Pede a um estudante que explique melhor sua ideia; solicita ao estudantes que escrevam suas explicações; verifica se há consenso da classe sobre determinados significados.
<b>6. Revendo o progresso da história científica</b>	Recapitular e antecipar significados	Sintetiza os resultados de um experimento particular; recapitula as atividades de uma aula anterior; revê o progresso no desenvolvimento da história científica até então.

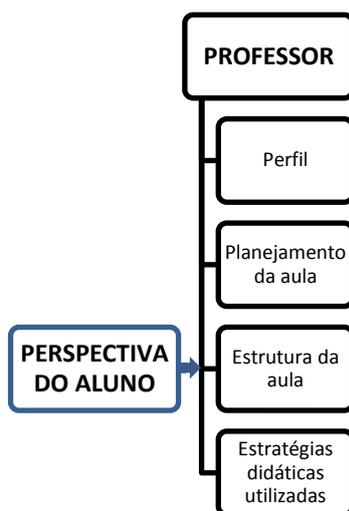
Fonte: Mortimer e Scott, 2002, p. 289.

Sendo assim, os cinco aspectos se agrupam em termos de focos de ensino, abordagem e ações e podem ser utilizados tanto na análise das interações discursivas que ocorrem entre os sujeitos durante a prática educativa, como na estruturação de uma sequência de ensino e aprendizagem. Nesta pesquisa como referencial para a análise dos dados foram considerados os elementos estruturantes ou invariantes da Teoria da Atividade de Leontiev e a estrutura analítica proposta por Mortimer e Scott (2002), nesse caso dois dos aspectos foram analisados, a abordagem comunicativa e os padrões de interação. Consideramos que analisar as estratégias didáticas que são utilizadas na abordagem do conceito de equilíbrio químico e como as interações discursivas influenciam a construção dos significados pelos alunos ao longo da aula é importante para ampliar a discussão sobre esta temática, contribuindo dessa forma com a pesquisa em Ensino de Ciências, especificamente para o ensino de química.

### 2.5.2. Organização e Sistematização dos dados - Aspectos da etnografia interacional

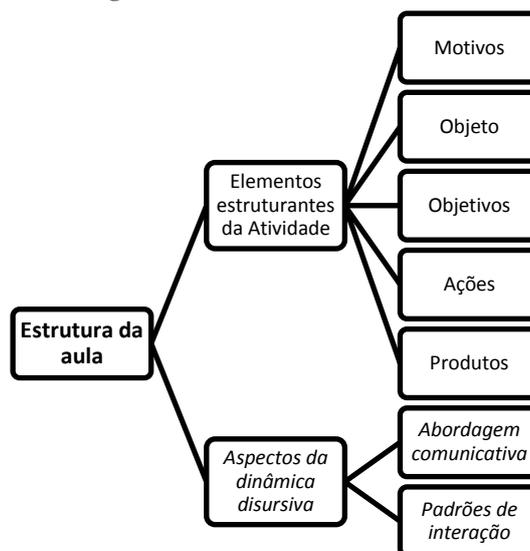
Considerando as etapas desenvolvidas nesta pesquisa foi possível identificar para os sujeitos estudados os aspectos presentes no esquema representado na Figura 3. A primeira etapa da pesquisa possibilitou identificar o perfil de cada professor (P1 e P2) e o que foi planejado para as aulas sobre o conceito de equilíbrio químico. A segunda etapa, a observação das aulas dos professores, permitiu que a estrutura da aula desenvolvida e as estratégias didáticas utilizadas durante a abordagem fossem identificadas. Os dados obtidos com a última etapa da pesquisa (as respostas dos alunos ao questionário) foram analisados considerando os elementos estruturantes da atividade, assim, foi possível identificar a estrutura da aula sob a perspectiva do aluno.

**Figura 3:** Aspectos identificados na pesquisa



Fonte: elaborada pela autora.

Buscando analisar os elementos estruturantes da atividade presentes na abordagem do conceito de equilíbrio químico utilizada pelos professores e aspectos da dinâmica discursiva presentes durante a construção do conceito de equilíbrio químico ao longo das interações ocorridas em sala de aula, os dados obtidos na observação foram organizados de duas formas distintas. A Figura 4 esquematiza esses elementos analisados.

**Figura 4:** Estrutura da aula: elementos analisados

Fonte: elaborada pela autora.

Para a análise dos elementos estruturantes da atividade os dados foram organizados em quadros esquemáticos. Assim, estes possibilitaram fazer um comparativo entre os elementos identificados para a aula de cada professor. Para a análise dos aspectos da dinâmica discursiva foi utilizada a estratégia proposta pela etnografia interacional, o uso de mapas de atividades. Os dados organizados e sistematizados dessa forma consideram os aspectos da etnografia interacional, que se caracteriza pela abordagem combinada entre etnografia e análise do discurso (GEE; GREEN, 1998 *apud* AMARAL & MORTIMER, 2007). Nesse caso, o discurso é considerado como instrumento mediatizador para os processos de construção de significados em sala de aula.

A etnografia interacional permite investigar as interações em sala de aula. Isto porque esta pode ser considerada como, “uma comunidade culturalmente constituída por meio da participação de diferentes sujeitos, que assumem diferentes papéis no processo de ensino-aprendizagem” (NUNES-MACEDO et al, 2004, p. 17-18). No contexto desta pesquisa a sala de aula é o grupo social de interesse, pois nesse as interações ocorridas puderam ser descritas, permitindo assim, seu estudo e compreensão de como as estratégias utilizadas pelos professores e o discurso produzido podem interferir na aprendizagem dos alunos.

Como dito antes, fez-se uso de mapa de atividades na análise de aspectos da dinâmica discursiva. Este foi considerado, pois segundo Amaral e Mortimer (2007, p. 256) “contribui para a contextualização dos enunciados produzidos na sala de aula e orienta a escolha de episódios relevantes para a análise da dinâmica discursiva estabelecida”. Os mapas de

atividade foram utilizados de modo que fosse possível identificar nos episódios os aspectos da dinâmica discursiva presentes na construção do conceito de equilíbrio químico durante as interações ocorridas em sala de aula.

Os mapas de atividades representam diferentes aproximações à dinâmica do contexto observado (AMARAL; MORTIMER, 2007). Esses são transcrições sucintas das atividades desenvolvidas nas aulas, permitindo assim uma visão global da sequência de aulas realizadas. Para esse estudo foram descritas em tabelas as atividades desenvolvidas e o tempo de duração destas, as ações dos participantes do processo, os principais temas abordados em sala de aula e comentários acerca do que foi desenvolvido. Podendo assim, em outra ocasião serem ampliados, desdobrados ou modificados de modo a ampliar a análise se necessário.

A observação realizada no segundo semestre de 2014, aconteceu em duas turmas de 2º ano do ensino médio. Foram 05 aulas observadas (03 aulas de P1 e 02 aulas de P2). O quadro 10 apresenta a quantidade e a duração das aulas.

**Quadro10:** Quantidade e duração das aulas

Professor	Aula	Tempo de aula
P1	1ª	52 minutos
P1	2ª	38 minutos
P1	3ª	43 minutos
P2	1ª	46 minutos
P2	2ª	40 minutos

Fonte: elaborada pela autora.

As primeiras análises dessas aulas possibilitaram identificar os elementos estruturantes da Atividade, as estratégias didáticas utilizadas pelos professores e logo após a dinâmica discursiva ocorrida nelas. Também foi possível identificar as aulas que apresentaram a maior participação dos alunos durante a abordagem do conceito de equilíbrio químico. As primeiras aulas dos dois professores foram as que demonstraram uma maior interação dos indivíduos participantes do processo educativo, logo, elas apresentaram boas possibilidades de aprendizagem dos alunos. Desse modo, a primeira aula de ambos foi escolhida dentre as demais para ser analisada. Outro ponto importante para essa escolha deve-se ao conteúdo trabalhado nas outras aulas. Na primeira aula de ambos foi trabalhado o conceito de equilíbrio, nas seguintes já foram trabalhados o Princípio de Le Chatelier. Como o conceito de interesse da pesquisa é o primeiro, foi dada prioridade às primeiras aulas. Assim, para essas aulas foram elaborados os mapas de atividade.

A organização dos dados e sua sistematização a partir dessa perspectiva permitiu que tivéssemos uma visão global da aula realizada. A partir disso foi possível escolher os

episódios que apresentaram uma maior interação entre professor e alunos durante a abordagem do conceito. Possibilitando assim identificar os aspectos da dinâmica discursiva presente nessas aulas.

### ***2.5.3. Escolha dos episódios de ensino e a unidade de análise do discurso da sala de aula***

A partir dos mapas de atividade foi possível identificar os episódios mais relevantes para a análise da dinâmica discursiva estabelecida em sala de aula, sendo extraídos os episódios representativos dos momentos em que ocorreu uma maior interação entre professor e alunos na busca da construção do conceito de equilíbrio químico.

Conforme Amaral e Mortimer (2007, p. 257), “o episódio de ensino pode ser definido como um conjunto de enunciados que cria o contexto para a emergência de um determinado significado ou de alguns significados relacionados”. Assim, os enunciados possibilitam que a comunicação entre os indivíduos aconteça. No contexto da sala de aula, são eles que permitem a produção de significados. Segundo Bakhtin (1997, p. 294) “o diálogo, por sua clareza e simplicidade, é a forma clássica da comunicação verbal”. O enunciado é nesse caso, a unidade da comunicação verbal. Os enunciados produzidos pelos sujeitos no processo educativo nos permite conhecer mais sobre a dinâmica discursiva realizada em sala de aula.

Para a escolha dos episódios foram levados em consideração os momentos de maior interação entre os personagens do processo educativo e, principalmente, as situações que favorecessem a construção do conceito de equilíbrio químico pelos alunos durante a abordagem realizada pelo professor. No próximo capítulo é apresentada a discussão dos resultados obtidos.

## CAPÍTULO 3

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos com a pesquisa realizada, que envolveu dois professores de ensino básico, em duas escolas de ensino médio, sendo uma pública e outra privada. Além da observação direta e sistemática da sala de aula, foram realizadas entrevistas com esses professores, a análise dos seus planos de aula e aplicação de questionários aos alunos das suas respectivas turmas. As observações ocorreram no segundo semestre do ano de 2014, em duas turmas de 2º ano.

Para contribuir com a discussão utilizou-se como referencial teórico a perspectiva sociohistórica, mais especificamente, os aspectos presentes na Teoria da Atividade de Leontiev, entre outros. Os aspectos dessa perspectiva contribuíram com a análise da estrutura da aula com relação aos elementos considerados por esta teoria, invariantes. Os elementos da atividade de interesse para esta pesquisa foram os motivos, o objeto ou conteúdo objetual, os objetivos, as ações e os produtos obtidos. Colaborando para análise também foi considerada a estrutura analítica desenvolvida por Mortimer e Scott (2002), na qual a dinâmica discursiva realizada na sala de aula pôde ser verificada. Permitindo assim, identificar os aspectos da dinâmica que promoveram ou não o processo de construção de significados pelos alunos.

#### 3.1. ANÁLISE DA ENTREVISTA E DO PLANO DE AULA

Com a entrevista foi possível conhecer o tempo de experiência dos professores, a concepção deles a respeito do conceito de equilíbrio químico, se o consideram de difícil compreensão e de ser ensinado. Também foi possível conhecer o que foi planejado para a aula e como procedem para motivar os alunos. A partir das respostas dadas pelos professores durante a entrevista foi construído o Quadro 11.

**Quadro 11:** Respostas dos professores durante a entrevista.

Aspectos presentes na entrevista	P1	P2
1. Tempo de experiência	12 anos	20 anos
2. Concepção sobre EQ	Defino E.Q. com uma palavra-chave: reações reversíveis.	Uma reação reversível que ocorre em sistema fechado e a uma temperatura constante, onde a velocidade da reação direta e inversa é igual.
3. Conteúdo é de difícil compreensão	Sim. Acho, é... na verdade eu acho não só equilíbrio, mas físico-química no geral.	Depende, o problema é como as aulas são expressas, então o principal problema é o recurso que se usa pra explicar.
4. Difícil de ser ensinado	Não é difícil, é abstrato.	Não é difícil.
5. Como motivar os alunos a aprender esse conceito	Trazendo o cotidiano do aluno para a aula.	O interessante é que cada vez que você for discutir o equilíbrio você trouxesse um modelo. Esse modelo pode ser um modelo concreto, um modelo teórico, pode ser uma demonstração...
6. Planejamento da aula	Mostrar que existem reações reversíveis e não reversíveis; Fazer a análise dentro dessas reações que são reversíveis; Mostrar gráficos para reações reversíveis; Conhecer os fatores que perturbam o equilíbrio químico; Qual a aplicação cotidiana?	Mostrar a eles a reversibilidade das reações; Justificar o que seria o equilíbrio; Discutir a constante de equilíbrio; Pra finalizar você discute a questão do significado da constante de equilíbrio que é muito importante.

Fonte: elaborada pela autora.

Primeiramente, podemos considerar que os dois professores analisados têm experiência em sala de aula lecionando a disciplina de química, ambos com mais de dez anos de atuação. Em relação ao segundo aspecto, P1 reduz o conceito às reações reversíveis, usando o termo como a palavra-chave que o define. Neste caso, a reversibilidade é uma das características dos sistemas em equilíbrio químico. Diferentemente, P2 apresenta uma concepção mais elaborada para o conceito, utilizando a perspectiva cinética para definí-lo. Este descreve a situação de equilíbrio a partir da igualdade das velocidades da reação direta e inversa.

Para o terceiro aspecto têm-se respostas distintas. Quando questionados se o conceito de equilíbrio químico é de difícil compreensão, P1 afirma que sim, em contrapartida, P2 afirma que a dificuldade se deve ao recurso utilizado para explicá-lo. Desse modo, a resposta dada por P1 se enquadra com o que vem sendo debatido nas pesquisas a respeito das dificuldades de compreensão acerca desse conceito. Já P2, considera o recurso como o responsável por essa dificuldade. É importante considerar que o recurso utilizado pelo professor influencia na aprendizagem do aluno, logo, um bom recurso possibilita diminuir as dificuldades de compreensão desse conceito. Não podemos esquecer que este é abstrato e está

atrelado a outros conceitos<sup>1</sup> que devem ser bem trabalhados anteriormente pelo professor, como por exemplo, velocidade de reação, energia livre, etc.

No quarto aspecto ambos os professores concordaram que o conceito não é difícil de ser ensinado. Nenhum deles pontuou alguma dificuldade em relação ao ensino do mesmo. A resposta de P1 quando comparada a que foi dada no aspecto anterior chega a ser contraditória, pois apesar de todas as particularidades acerca do conceito de equilíbrio químico descritas nas pesquisas, para ele este é fácil de ser ensinado. O quinto aspecto, que se relaciona à motivação, apresenta-se como um ponto importante. Este é baseado no referencial teórico desta pesquisa a qual concebe que não há atividade sem motivos, e sem estes não há ação (LEONTIEV,1978). Segundo P1 trazer o cotidiano do aluno para a aula é a maneira de motivá-los a aprender. Seria assim, uma maneira de relacionar as situações vivenciadas pelos alunos aos conhecimentos abordados em sala de aula, portanto, uma forma de ensinar os conteúdos escolares permitindo que os alunos entendam melhor os acontecimentos. Em contraponto, P2 fala na utilização de modelos para motivar os alunos quanto à aprendizagem do conceito. Este expressa a necessidade de diferenciar os modelos que serão usados durante a abordagem proposta.

No último aspecto presente na entrevista os professores comentaram sobre o que foi planejado para as aulas de um modo geral. Neste caso eles apresentaram os objetivos de ensino para o conceito. Mostrar o que são as reações reversíveis, apareceu como um objetivo em comum para ambos. Seria, portanto, o ponto de partida para o ensino do conceito de equilíbrio químico. Dos objetivos apresentados pelos professores, podemos destacar a predominância dos objetivos de ensino em relação aos objetivos de aprendizagem. Desse modo, pressupõe-se que foi dada uma maior atenção às ações a serem desenvolvidas pelo professor. Portanto, a atividade de ensino desenvolvida nesse caso, pelo professor, seria a mais privilegiada durante a abordagem.

Para ampliar a discussão acerca da abordagem a ser desenvolvida pelos professores foi solicitado o plano de aula das respectivas aulas que seriam ministradas sobre o conteúdo de equilíbrio químico. P1 disponibilizou o plano de ensino de sua disciplina e não o plano de aula, já P2 não disponibilizou seu plano de aula. O plano de ensino de P1 foi analisado, sendo possível conhecer mais sobre a proposta de abordagem feita por este professor. Na análise realizada foram identificados os principais elementos presentes no plano de ensino: conteúdo, competências e habilidades, estratégias didáticas, os instrumentos e tipos de avaliação,

---

<sup>1</sup> No Apêndice E é apresentado um fluxograma com esses conceitos.

material didático e as situações de aprendizagem para o conteúdo específico de interesse desta pesquisa. Os aspectos que se destacam em cada elemento do plano de ensino são apresentados no Quadro 12.

**Quadro 12:** Análise dos elementos presentes no plano de ensino de P1

<b>Elementos presentes no plano de ensino</b>	<b>Descrição</b>
<b>1. Conteúdo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Constante de equilíbrio (em termos de concentração e de pressão)</li> <li>✓ Deslocamento de equilíbrio</li> </ul>
<b>2. Habilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reconhecer e compreender sistemas em equilíbrio químico identificando regularidades e invariantes</li> <li>✓ Reconhecer, equacionar e resolver problemas, selecionando procedimentos e estratégias adequados, sendo capaz de interpretar resultados numéricos e experimentais</li> </ul>
<b>3. Estratégias Didáticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dramatização e dinâmica de grupos</li> <li>✓ Atividades experimentais</li> <li>✓ Aulas em vídeo (DVDs)</li> <li>✓ Softwares interativos (educandos, phet, Edson, Rived)</li> <li>✓ Pesquisas e relatórios complementares</li> <li>✓ Seminários</li> </ul>
<b>4. Instrumento de avaliação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Questões e indagações provocativas (diagnóstica)</li> </ul>
<b>5. Situações de aprendizagem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Exposição dialogada na construção dos conceitos</li> <li>✓ Contextualização de situações cotidianas</li> <li>✓ Apresentação e resolução de problemas</li> <li>✓ Discussão, resolução de exercícios e socialização das conclusões no grande grupo</li> <li>✓ Trabalhos em dupla e em grupo</li> <li>✓ Elaboração de projetos de experimentos</li> <li>✓ Seminários</li> </ul>

Fonte: elaborada pela autora.

Os elementos analisados do plano de ensino foram aqueles que apresentam alguma relação com os elementos do roteiro de observação da aula adaptado de Ninin (2009), para que dessa forma os primeiros fossem identificados durante a aula dos professores. A relação entre estes elementos é apresentada no quadro 13.

**Quadro 13:** Relação entre os elementos do plano de ensino e o roteiro de observação (Ninin, 2009).

<b>Elementos presentes no plano de ensino</b>	<b>Elementos do roteiro de observação de aula</b>
Conteúdo	Objeto/conteúdo objetual
Habilidades	Objetivos de aprendizagem
Estratégias didáticas	Procedimentos do professor
Instrumento de avaliação	Maneira como questiona os alunos
Situações de aprendizagem	Ações/operações

Fonte: elaborada pela autora.

A análise do plano de ensino, nesse caso de P1, permitiu obter outros dados que não surgiram durante a entrevista, como as estratégias didáticas propostas para a abordagem do conceito de equilíbrio químico. Um dos objetivos desse estudo é justamente, identificar as estratégias que os professores propõem para a abordagem desse conceito. As estratégias didáticas propostas por P1 foram a dramatização e dinâmicas de grupos, a experimentação, o uso de vídeos e softwares interativos, pesquisas e seminários. Como podemos observar P1 propôs uma diversidade de estratégias, algumas delas proporcionam uma maior interação entre os alunos, como por exemplo, a dramatização e os seminários. A diversificação de estratégias didáticas proposta pelo professor amplia as possibilidades de melhoria do processo de ensino e aprendizagem. Planejar e delimitar estratégias que proporcionem o ato de ensinar é muito importante.

Considerando os elementos presentes no plano de ensino de P1, dois conteúdos foram propostos, *constante de equilíbrio* e *deslocamento de equilíbrio*. Não sendo proposta a definição do próprio conceito de equilíbrio químico. Além dos conteúdos foram estabelecidas habilidades para que os alunos desenvolvam ao longo da aula. Estas, por sua vez, direcionam-se para os aspectos qualitativos e quantitativos do conceito, assim permitindo que os alunos compreendam quando um sistema está em equilíbrio químico, determinem e interpretem os valores das constantes de equilíbrio.

Os instrumentos de avaliação propostos por P1 foram as questões e indagações provocativas. Nesse caso a prova escrita, instrumento avaliativo bastante comum, não esteve presente no planejamento de P1. O último elemento analisado no plano de ensino foram as situações de aprendizagem. Entende-se que nestas as ações serão desenvolvidas pelos alunos. Bordenave e Pereira (2012, p.132) designam uma situação de aprendizagem como “a descrição das circunstâncias em que se adquire certa experiência”. Desse modo, ao estabelecer as situações de aprendizagem, o professor pode apontar as experiências que os alunos devem vivenciar para alcançar os objetivos pré-estabelecidos para a aprendizagem. Essa identificação leva o professor à escolha das atividades de ensino adequadas ao conteúdo e a esses objetivos. No seu plano de ensino P1 propôs uma variedade de situações de aprendizagem, algo que amplia as chances de os alunos vivenciarem essas experiências.

Os dados obtidos com a entrevista possibilitaram identificar principalmente a concepção dos professores a respeito do conceito de equilíbrio químico. Com relação à análise do plano de ensino (o que foi disponibilizado por P1) foi possível identificar o que foi planejado para as suas aulas, assim contribuindo com uma análise preliminar do tipo de estratégia didática que esse propôs para esse conceito. Como descrito anteriormente essa

análise não foi realizada para P2, pois o mesmo não disponibilizou o seu plano de aula, o motivo não foi reconhecido. Não permitindo assim, que fosse feita a análise preliminar do seu planejamento e da abordagem proposta por ele para o conceito. Também não sendo possível reconhecer essas propostas durante as suas aulas. Contudo, a análise das observações das aulas não foi prejudicada, outras considerações sobre a abordagem realizada pelo professor puderam ser realizadas.

### 3.2. ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS COM A OBSERVAÇÃO DAS AULAS

Com a observação das aulas foi possível identificar a estrutura da aula dos dois professores e as estratégias didáticas utilizadas na abordagem do conceito de equilíbrio químico. Para a estrutura da aula dois componentes foram analisados: os elementos estruturantes da atividade e os aspectos da dinâmica discursiva. Como descrito anteriormente, a observação foi realizada na sala de aula de dois professores licenciados em química. Como foi colocado anteriormente, ambos têm experiência considerável de sala de aula com a disciplina de química e não consideram que o conceito de equilíbrio químico seja um conceito difícil de ser ensinado. As observações ocorreram em turmas do 2º ano do ensino médio, sendo uma turma de escola pública e a outra de escola particular.

Como exposto no procedimento metodológico, a observação realizada utilizou o roteiro de observação de aulas proposto por Ninin (2009), com algumas adaptações para os objetivos desta pesquisa. Os dados obtidos foram organizados em três núcleos: quanto à condução da aula, as interações em sala de aula e a socialização do conhecimento (esses núcleos fazem parte do eixo presente no roteiro de observação - questionamentos com relação à aula). O primeiro núcleo contribuiu para a identificação dos elementos estruturantes da atividade e os dois últimos núcleos contribuíram para a identificação dos aspectos da dinâmica discursiva.

O Quadro 14 contém os elementos observados quanto à condução da aula.

**Quadro 14:** Elementos presentes na condução da aula (1ª aula)

<b>ELEMENTOS (CONDUÇÃO DA AULA)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>
<b>1. Iniciação da aula</b>	Comenta qual será o conteúdo a ser trabalhado.	Inicia usando exemplos de equações de reações químicas reversíveis.
<b>2. O objetivo da aula é explicitado ao aluno</b>	Em nenhum momento os objetivos da aula são apresentados.	Em nenhum momento os objetivos da aula são apresentados.
<b>3. Procedimentos do professor (tarefas/estratégias)</b>	Aula expositiva; Contextualização; Questionamentos aos alunos.	Aula expositiva; Contextualização; Questionamentos aos alunos; Uso de analogia; Resolução de questões.
<b>4. Maneira como questiona os alunos</b>	Faz uso de questionamentos ao longo de toda a aula.	Faz uso de questionamentos ao longo de toda a aula.
<b>5. Maneira como responde aos alunos</b>	Busca sempre responder aos questionamentos dos alunos ao longo da aula.	Busca sempre responder aos questionamentos dos alunos ao longo da aula.
<b>6. Tipo de tratamento dá aos erros dos alunos</b>	Corrige imediatamente os alunos, sempre busca tirar as dúvidas dos alunos.	Corrige imediatamente os alunos, sempre busca tirar as dúvidas dos alunos.
<b>7. Exposição das tarefas pelo professor aos alunos</b>	Não realizou tarefas/atividades com os alunos.	Utilizou uma ficha de exercícios para que os alunos respondessem. Solicitou a participação dos alunos para responder.
<b>8. Apresentação dos objetivos das tarefas aos alunos</b>	Não houve realização de tarefas.	Não houve apresentação dos objetivos da tarefa desenvolvida.
<b>9. Maneira como as diferentes partes da aula se relacionam</b>	Não houve momentos diversificados durante a aula. P1 somente explicou o conteúdo.	P2 inicia explicando o conteúdo e em sequência resolve as questões presentes na ficha e logo após retorna a explicar o conteúdo.
<b>10. Maneira como o professor conclui o assunto ao fim da aula</b>	Falando do que será visto na próxima aula. Não houve uma recapitulação do que foi visto durante a aula.	Não houve uma recapitulação do que foi visto durante a aula.
<b>11. Os recursos ou instrumentos didáticos são adequados à proposta da aula?</b>	Usou como recurso didático o material (resumo do conteúdo da aula) que produziu para a aula e o quadro-negro. Para a proposta da aula, pode-se dizer que o material foi adequado.	Usou como recurso didático o material (lista de exercícios) que produziu para a aula e o quadro-negro. Para a proposta da aula, pode-se dizer que o material foi adequado.
<b>12. Os recursos são motivadores e enriquecem o desenvolvimento da aula?</b>	Considerando os recursos usados na aula pode-se dizer que eles não se apresentaram como motivadores ou enriquecedores do desenvolvimento da aula.	Considerando os recursos usados na aula pode-se dizer que eles deram prosseguimento a aula planejada pelo professor. Não se apresentaram como motivadores ou enriquecedores do desenvolvimento da aula.

Fonte: elaborada pela autora.

No Quadro 14, podemos verificar aspectos da observação que permitiram ampliar a análise da ação dos professores em sua prática de sala de aula. Os dois professores iniciam as suas aulas de formas distintas, P1 faz comentários sobre o novo conteúdo que será abordado, enquanto que P2 já inicia falando do conteúdo, utilizando equações químicas de reações reversíveis. Algumas características da aula de ambos foram as mesmas: o tipo de abordagem

(aula expositiva), não explicitam os objetivos da aula para os alunos, questionam os alunos ao longo da aula, dão atenção às dúvidas dos alunos e buscam respondê-los.

Na aula observada, P1 não aplicou nenhuma atividade de aprendizagem (ou tarefa) para os alunos, ao contrário de P2. A aula deste último foi intercalada entre a explicação do conteúdo e a resolução de questões. O que não ocorreu na aula de P1. Ao fim da aula nenhum dos professores sintetiza o que foi estudado e, somente P1 comenta qual será o novo conteúdo a ser visto. Outra coisa em comum é que ambos utilizaram como recurso didático o material produzido por eles mesmos, nenhum deles usou o livro didático nas aulas.

Dessa forma, esses elementos com relação à condução da aula presentes no Quadro 14 (página 79) contribuem para identificação dos elementos estruturantes da atividade didática (aula) realizada pelos professores. Nas aulas posteriores de P1 e P2 foi identificado o mesmo tipo de abordagem usado na primeira aula, ou seja, a estratégia didática utilizada foi a exposição do conteúdo. Sendo o conteúdo abordado nesse caso, o Princípio de Le Chatellier. Aspectos como a utilização dos questionamentos e resolução de questões também foram identificados ao longo dessas aulas. Portanto, podemos afirmar que os elementos identificados no Quadro 14 representam o conjunto de aulas observadas dos dois professores. Todavia, não sendo possível afirmamos que essa estratégia seja representativa da prática desses professores.

### ***3.2.1. Análise da estrutura da aula dos professores***

Como dito antes, a primeira aula de ambos os professores foi escolhida dentre as demais para serem analisadas. Isso se justifica pelo conceito abordado nela e pela maior interação entre os indivíduos participantes do processo educativo. Inicialmente buscamos identificar os elementos estruturantes da atividade e as estratégias didáticas utilizadas pelos professores. Com base no que foi obtido com o roteiro de observação (NININ, 2009) foi possível identificar os elementos estruturantes da atividade (aula): motivo, objeto, objetivos, ações e produto. Estes estão presentes no Quadro 15.

**Quadro 15:** Elementos estruturantes da atividade (1ª aula)

ELEMENTOS ESTRUTURANTES DA ATIVIDADE	P1	P2
<b>1. Motivo/Interesse</b> (Como o professor motiva os alunos para a realização da atividade? Quais os motivos da atividade?).	Utiliza exemplos para motivar os alunos, buscando mostrar que o conceito está presente no cotidiano. Menciona o ENEM para motivar os alunos aos estudos.	Usa dois exemplos de reação química para que os alunos escrevam a equação química. Em outra situação chama os alunos ao quadro.
<b>2. Objeto/Conteúdo objetual</b> (O objeto da atividade é apresentado aos alunos? Quais são?).	Reações Reversíveis; Equilíbrio químico; Diferentes expressões para a constante de equilíbrio (K); Lei de velocidade das reações.	Reações reversíveis; Equilíbrio químico (homogêneo e heterogêneo); Constante de Equilíbrio (incluindo cálculos); Lei de velocidade das reações.
<b>3. Objetivos</b> (Os objetivos são apresentados aos alunos? Quais são eles?).	Em nenhum momento os objetivos da aula são colocados. Ensinar o conteúdo aos alunos aparece como objetivo na fala de P1.	Em nenhum momento os objetivos da aula são colocados aos alunos.
<b>4. Ações/Operações</b> (Que ações são realizadas pelos alunos?).	Os alunos atuaram como ouvintes e com participação esporádica. Em algumas discussões iniciadas pelo professor.	Participação como ouvintes e com discussão esporádica. Resolução de questões no quadro (para alguns alunos).
<b>5. Produtos/Resultados esperados</b> (Os resultados previstos pelo professor são alcançados? Quais foram eles?).	Considerando que o objetivo do P1 era ensinar o conteúdo, pode-se dizer que o resultado esperado foi alcançado. Não se pode dizer o mesmo sobre a aprendizagem dos alunos.	Considerando que aparentemente o objetivo do P2 era ensinar o conteúdo, pode-se dizer que o resultado esperado foi alcançado. Não se pode dizer o mesmo sobre a aprendizagem dos alunos.

Fonte: elaborada pela autora.

De acordo com o quadro 15, a estrutura da aula (atividade) desenvolvida pelos professores apresentaram elementos em comum. Com relação ao primeiro elemento, pode-se perceber que P1 utiliza exemplos do cotidiano como elemento de motivação para os alunos, confirmando o que ele descreveu na entrevista. Além de utilizar a prova do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) para motivá-los. Diferentemente, P2 se utiliza da linguagem simbólica, equacionando as reações químicas, e busca motivá-los por meio da participação durante a aula.

É importante lembrar que a atividade está necessariamente relacionada ao conceito de motivo, sem este ela não se realiza satisfatoriamente (LEONTIEV, 1978). O motivo da atividade está atrelado à satisfação de uma ou várias necessidades. Estas estimulam a atividade e a orientam, visto que o sujeito tem consciência delas (NÚÑEZ, 2009). Considerando a resposta dada por P1, que busca motivar os alunos a participar da aula a partir do desafio da prova do ENEM, nesse caso, a necessidade identificada é a de que eles apresentem um bom desempenho nesse tipo de prova. Portanto, deverão participar mais ativamente da respectiva aula. Logo, esse seria o motivo para participar da atividade desenvolvida pelo professor. Do mesmo modo que essa necessidade pode ser para alguns alunos uma premissa, ela se adequa a uma necessidade condicionada pela sociedade

atualmente. Possivelmente, os alunos podem identificar isso como o real motivo para participarem mais ativamente da aula.

Para o processo de ensino-aprendizagem, no qual o professor é o sujeito responsável por elaborar ou identificar o tipo de abordagem a ser desenvolvido numa aula, fazer com que os alunos compreendam os motivos da atividade (a própria aula) ou realizem determinada atividade específica (nesse caso, a tarefa de aprendizagem) é imprescindível, pois existe a possibilidade de a atividade não ser realizada ou ainda que esta aconteça sem que os motivos sejam reconhecidos pelos alunos. Isso não é tarefa fácil, já que muitas vezes os alunos não identificam as necessidades colocadas pelo professor como suas, portanto, não se sentem motivados a participar.

Dessa forma, o professor deve buscar alternativas para sanar tal situação. Uma possibilidade seria utilizar uma abordagem contextualizada para o ensino dos conceitos científicos, tendo o cuidado de não realizar uma simples exemplificação dos aspectos cotidianos dos alunos, para que os alunos não tenham uma ideia superficial da aplicação desses, mas possam entender as relações que existem entre o conhecimento e o seu cotidiano. Com isso, os motivos para o engajamento dos alunos nas atividades de estudo na escola, extrapolaria a perspectiva das avaliações institucionais e estariam também conectados com uma formação para a vida.

Com relação a P2, ao exemplificar as situações de equilíbrio químico com as equações químicas, este solicita que os alunos o acompanhem na explicação do conceito e, em outros momentos da aula, solicita que os mesmos resolvam as questões no quadro. Esta é maneira como ele busca motivar os alunos para a atividade didática. Pressupõe-se que o professor considera que o próprio conteúdo seria o motivo maior para a participação dos alunos nas aulas.

O segundo elemento da estrutura analisado é o objeto ou conteúdo objetal. Este se constitui na matéria-prima para que o sujeito da atividade possa obter um produto determinado (NÚÑEZ, 2009). Uma característica da atividade é seu caráter objetal, não podendo existir atividade sem objeto. Este é o que distingue uma atividade de outra. No contexto escolar, refere-se aos conteúdos que serão trabalhados com os alunos. Neste caso, para a primeira aula foram abordados diversos conteúdos associados ao conceito de equilíbrio químico, como por exemplo, a lei de velocidade das reações, que apareceu nas aulas dos dois professores. Diferentemente do que foi apresentado no plano de ensino de P1, no qual foram propostos somente dois conteúdos (a constante de equilíbrio e o deslocamento de equilíbrio),

durante essa aula foram abordados outros como, as reações reversíveis e as diferentes expressões para a constante. Para P2, os conteúdos são praticamente os mesmos.

Com relação ao terceiro elemento podemos dizer que os objetivos dentro da estrutura da atividade apresentam uma relação com os motivos. “O objetivo é a representação imaginária dos resultados possíveis a serem alcançados com a realização de uma ação concreta” (NÚÑEZ, 2009, p. 81). Estabelecer os objetivos para o processo educativo seja os de ensino ou de aprendizagem, aparece já no planejamento do professor como parte principal do seu trabalho.

Com respeito aos objetivos que o professor P1 descreveu no seu planejamento de aula (Quadro 11, página 74) - mostrar que existem reações reversíveis, justificar o que seria o equilíbrio e discutir a constante de equilíbrio, entre outros - estes se caracterizam como os objetivos de ensino. Os objetivos de aprendizagem só aparecem no plano de ensino de P1 (2º elemento analisado do Quadro 12, página 76). O que foi observado é que em nenhum momento, das aulas dos dois professores foram explicitados aos alunos os objetivos da aula, especificamente os objetivos de aprendizagem. Em algumas situações ao longo da aula, na fala de P1 foi apresentado o seu objetivo de ensinar o conteúdo. Contudo, podemos afirmar que para os dois professores esse foi um objetivo em comum, correspondendo aos objetivos apresentados durante a entrevista.

O quarto elemento analisado na estrutura da aula foram as ações. Estas se correlacionam com os objetivos da atividade (NÚÑEZ, 2009). São, portanto, importantes para o desenvolvimento da atividade. É importante salientar que a necessidade tem relação estreita com a motivação, que move o sujeito para a realização das ações. Nesse caso, no momento das aulas, poucas ações foram realizadas pelos alunos. Na aula de P1 foi observado que os alunos atuaram mais como ouvintes diante do que era exposto pelo professor. Em alguns momentos, ao longo da aula, ocorreram breves momentos de discussão a respeito do tema. Como por exemplo, no episódio 1.3 (página 99) nos turnos de fala de 5 a 13. Neste episódio o professor está usando gráficos para explicar o conceito de equilíbrio químico e há uma participação dos alunos no diálogo. A iniciação dos diálogos ocorridos era realizada pelo professor, geralmente nos momentos em que este fazia os questionamentos sobre o conteúdo aos alunos. Dessa forma, não foram identificadas ações realizadas pelos alunos durante a aula de P1.

Na aula de P2 foi observado que os alunos participaram como ouvintes e algumas discussões esporádicas aconteceram ao longo da aula. Como por exemplo, no episódio 2.1 (página 103) nos turnos de fala de 19 a 28, no qual o professor estava definindo o conceito de

equilíbrio químico. O professor realizou, em determinado momento da aula, a resolução de questões de uma ficha preparada anteriormente por ele. Nessa situação, P2 convidou os alunos a responderem as questões no quadro, porém, apenas dois alunos se disponibilizaram em executar essa ação no quadro. Somente alguns alunos realizaram essa ação para a aprendizagem em seus cadernos. Sendo assim, as ações desenvolvidas pelos alunos (por alguns) dizem respeito a este momento da aula, resolução de questões propostas por P2.

O quinto elemento analisado foi o produto da atividade. Este é basicamente o resultado obtido a partir das transformações ocorridas com o objeto por meio das ações (NÚÑEZ, 2009). Considerando os objetivos pretendidos pelos professores, pode-se dizer que o produto ao final da atividade foi alcançado, ensinar o conteúdo. Não podemos afirmar isso com relação à aprendizagem dos alunos, pois não foram explicitados objetivos de aprendizagem ao longo da observação das aulas dos dois professores. Posteriormente, esse aspecto será discutido a partir das respostas dos alunos ao questionário.

Como podemos observar os elementos estruturantes analisados na aula dos dois professores foi bem similar. Considerando a particularidade do conceito abordado, não foram desenvolvidas situações de aprendizagem significativas que favorecessem a aprendizagem dos alunos, em nenhuma das duas aulas. Nenhuma atividade experimental ou de simulação da situação de equilíbrio foi realizada para motivar os alunos quanto à aprendizagem desse conceito tão importante para a compreensão de diferentes fenômenos que acontecem no nosso cotidiano.

### ***3.2.2. Estratégias didáticas presentes na abordagem utilizada pelos professores***

A partir da observação das aulas também foi possível identificar o tipo de estratégia utilizada na abordagem desses professores, que para ambos foi a exposição do conteúdo (ou aula expositiva). Como descrito anteriormente, as pesquisas na área de Ensino de Ciências apresentam diferentes possibilidades de estratégias para o conceito de equilíbrio químico, indo da experimentação à utilização de hipermídia. De acordo com a Tabela 1 (página 27), a experimentação e a simulação são as estratégias mais propostas para a abordagem desse conceito. Comparando as estratégias mostradas nessa tabela aquela utilizada pelos professores, somente a analogia apareceu em algum momento das aulas analisadas. Prevalecendo em ambas, a aula expositiva.

Se considerarmos as propostas mais frequentes nas pesquisas dessa área, podemos afirmar que a prática desses professores não foi influenciada por elas. O quadro 16 traz os aspectos identificados na estratégia usada pelos professores durante a abordagem do conceito.

**Quadro 16:** Estratégias didáticas e aspectos presentes na 1ª aula dos professores analisados

Professor	Estratégia didática	Aspectos (ou elementos) presentes nas aulas
P1	Aula expositiva	Contextualização e questionamentos
P2	Aula expositiva	Contextualização, questionamentos, uso de analogia e resolução de questões

Fonte: elaborada pela autora.

Como percebido, a estratégia didática predominantemente utilizada por ambos os professores foi a aula expositiva, no entanto, tentativas de interação foram feitas ao longo de todas as aulas. Esse quadro está diferente do que foi proposto no plano de ensino de P1, no qual atividades experimentais, pesquisas, seminários e outros foram descritos. Como P2 não disponibilizou o seu plano de aula não foi possível analisar se sua proposta correspondia ao que foi realizado em sala de aula.

Na aula de P1, foi possível identificar momentos em que ele cria possibilidades de contextualização dos conteúdos e faz questionamentos aos alunos. No entanto, mesmo quando, ao longo da aula, o professor P1 abre espaço para que o aluno interaja propondo respostas aos questionamentos feitos, na maioria das vezes ele próprio se antecipa ao aluno e apresenta essas respostas. Com isso, a possibilidade de participação mais ativa dos alunos fica prejudicada.

O uso dos questionamentos ao longo da aula proporciona situações em que o aluno possa opinar, discordar ou contribuir para o prosseguimento do diálogo. Isso possibilita que a aula expositiva seja mais dialogada. Se forem formulados bons questionamentos e colocados problemas relevantes, isso poderá promover mobilização de conhecimentos para solucionar problemas ou tentar responder questões, levando os alunos a um maior engajamento na discussão, e resultando numa aprendizagem mais significativa. Isso parece não ter acontecido em alguns momentos, quando P1 fez questionamentos e apresentou respostas. Por exemplo, no episódio 1.1 (página, 93), no turno de fala 3. Neste P1 questiona para que serve a camada de ozônio e ele mesmo responde.

Na aula de P2, identificamos o uso de analogias, a busca de contextualização do conteúdo, levantamento de questionamentos e resolução de exercícios. Ressaltamos que nenhum dos dois professores buscou levantar conhecimentos prévios dos alunos, o que parece dificultar o estabelecimento do diálogo no início da aula e sugere que os professores podem estar considerando aquele como o primeiro contato dos alunos com o conteúdo. Para

Bordenave e Pereira (2012, p. 45), “todo processo de ensino deveria começar na constatação do estado atual do aluno quanto ao seu conhecimento sobre o assunto em pauta [...]”. Dessa forma, esse reconhecimento é importante para a sequência de aprendizagem, pois esses conhecimentos anteriores podem influenciar a aprendizagem dos novos conteúdos.

Em relação às contextualizações realizadas pelos professores temos como ilustração: P1, em determinado momento da aula, exemplificou o estabelecimento de equilíbrio químico em processos químicos imbricados no escurecimento das lentes em óculos de sol e P2 trabalhou com a relação entre o conceito de  $K_c$  (constante de equilíbrio relativa à concentração) e rendimento de reação para um processo em escala industrial. Das diversas concepções para o termo contextualização, pode-se dizer que o ensino contextualizado seria aquele em que o professor relaciona o conteúdo a algo próximo ao cotidiano do aluno (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013), permitindo assim que os alunos compreendam melhor sua realidade, tornando-se cidadãos mais participativos e críticos no mundo em que vivem. No entanto, essas tentativas de contextualização inseridas no formato de uma aula expositiva, parecem evidenciar uma perspectiva de exemplificação de fatos do cotidiano, como observado no caso de P1 e P2, não sendo possível verificar a compreensão construída pelos estudantes quanto a essas relações.

Quanto ao uso das analogias, Raviolo e Garritz (2008) afirmam que o uso de analogias, metáforas ou modelos para conseguir explicar um fenômeno não observável acontece seja na vida cotidiana ou em química. Boas analogias podem ajudar os alunos a compreenderem um conceito abstrato, como no caso de equilíbrio químico. Por outro lado, se a analogia não é discutida considerando as suas possibilidades e limitações, ela pode levar o aluno a ficar mais confuso ou construir concepções equivocadas.

P2 usou de analogia para explicar o conceito de equilíbrio químico, nesse caso, ele usou o equilíbrio líquido/vapor da água. Esse tipo de analogia utiliza a mudança física como análoga do equilíbrio químico, podendo ser usada para explicar o caráter dinâmico do equilíbrio químico. É importante que o professor esclareça para os alunos quais são as semelhanças e diferenças entre os dois tipos de mudança que acontecem nos sistemas, diferenciando quando ocorre uma mudança física ou química. Não foi observado esse cuidado no uso da analogia feito por P2.

Quanto à forma como o conceito de equilíbrio químico é introduzido aos alunos, P1 usa uma abordagem que se inicia com a cinética química, colocando que no equilíbrio as velocidades das reações direta e inversa são iguais. No caso de P2, além da abordagem cinética, o professor usa a termodinâmica, para apresentar as condições energéticas para o

estado de equilíbrio, quando o  $\Delta G$  (variação da energia livre) for igual a zero. Com relação aos níveis do conhecimento abordados do conceito de equilíbrio químico durante as aulas foi possível identificar que o nível simbólico foi o mais utilizado. O quadro 17 detalha quais níveis foram trabalhados nessas aulas.

**Quadro 17:** Níveis do conhecimento utilizados durante a 1ª aula.

Professor	Níveis do conhecimento
P1	Simbólico
P2	Simbólico, microscópico e macroscópico

Fonte: elaborada pela autora.

O nível simbólico ou representacional (JOHNSTONE, 2000) (que é caracterizado pelo uso de gráficos, símbolos e equações) foi utilizado pelos professores em todas as aulas. O estudo da Química, além da necessidade da observação dos fenômenos (nível macroscópico), utiliza uma linguagem simbólica (nível simbólico) que lhe é bastante característica e indispensável. Ao fazer uso dos gráficos ou das equações químicas para ensinar o que é o conceito de equilíbrio químico, o professor utiliza o nível simbólico ou representacional na sua abordagem. Em todas as aulas esse nível foi bastante explorado por ambos os professores.

O nível microscópico trabalha com as partículas não manipuláveis, os átomos, os íons, as moléculas e outros, e requer uma maior mobilização mental comparado aos outros níveis, assim sendo, o mais difícil de ser trabalhado nas aulas de química. Souza e Cardoso (2008) reconhecem a importância desse nível na construção e manipulação do conceito de equilíbrio químico. Desse modo, existe uma necessidade de articulação entre esses níveis, pois cada um contribui de uma forma diferente para a aprendizagem do mesmo. P2 utilizou os três níveis na sua abordagem, enquanto que P1 somente o simbólico. A utilização somente desse nível, provavelmente não possibilitará que o aluno compreenda o aspecto dinâmico do equilíbrio químico. Por isso a necessidade de se trabalhar os outros níveis concomitantemente ao simbólico, pois amplia a compreensão das diversas características do conceito abordado.

Com o exposto podemos concluir que a aula expositiva foi o tipo de estratégia didática predominante na abordagem do conceito de equilíbrio químico nas aulas dos dois professores. Contudo, uma maior interação entre os professores e os alunos somente foi observada nos momentos em que os professores questionam os alunos (nesse caso, para os dois professores) e na resolução de questões (no caso de P2). Nesses dois momentos a dinâmica discursiva desenvolvida apresentou-se como as situações de possibilidade de construção do conceito pelos alunos, e por essa razão tornou-se também objeto de análise neste trabalho.

### 3.2.3. Análise da dinâmica discursiva nas aulas dos professores

Como descrito anteriormente, a estrutura analítica desenvolvida por Mortimer e Scott (2002) foi utilizada na análise dos dados como uma ferramenta que permitirá identificar e entender como as interações ocorridas nas aulas contribuíram para promover a construção do conceito de equilíbrio químico. Parte-se do pressuposto de que a dimensão discursiva se relaciona com a dimensão de elaboração de significados/conceitos em sala de aula. Para a análise da dinâmica discursiva desenvolvida nas aulas observadas, primeiro foram elaborados mapas de atividade que permitiram obter uma visão global da aula e em seguida foram escolhidos e extraídos episódios representativos do desenvolvimento do conceito na aula.

Os dados obtidos a partir do roteiro de observação das interações em sala de aula e a socialização do conhecimento (NININ, 2009) foram complementares à análise da dinâmica discursiva. O Quadro 18 apresenta os elementos presentes na interação em sala de aula.

**Quadro 18:** Elementos presentes na interação em sala de aula (1ª aula)

<b>ELEMENTOS (INTERAÇÃO EM SALA DE AULA)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>
<b>1. Como os alunos interagem com o professor e entre si?</b>	Poucas situações de interação ocorreram entre professor/aluno e aluno/aluno. Essas são representadas pelos questionamentos feitos pelo professor.	As situações de maior interação entre professor/aluno e aluno/aluno ocorreram durante a resolução das questões no quadro. A colaboração entre os alunos foi considerável.
<b>2. Como o professor procura manter o interesse dos alunos?</b>	Descrevendo alguns exemplos da aplicação do conceito no cotidiano dos alunos. Reforçando a importância da prova do ENEM.	Solicitando a participação dos alunos no diálogo que ele inicia. Durante a resolução de questões ele convida alguns alunos para resolvê-las no quadro.
<b>3. Como o professor medeia as situações de negociação entre os alunos?</b>	Apesar dos questionamentos feitos, não ocorreram situações de negociação entre os alunos.	Durante a resolução de questões no quadro P2 interfere e desconsidera o que foi realizado pelos alunos. Não ocorrendo assim, mediação do professor para esta situação.
<b>4. Como o professor inclui as ideias, a voz dos alunos no processo de mediação?</b>	Em alguns momentos da aula, P1 interrompe a fala do aluno. Em outros momentos, ele questiona e ele mesmo responde.	Em alguns momentos da aula P2 permite que os alunos se posicionem quanto ao que está sendo realizado em sala.

Fonte: elaborada pela autora.

Como mostrado no Quadro 18, podemos perceber que de um modo geral, considerando também o tipo de estratégia utilizada pelos professores (aula expositiva), as situações de maior interação entre professor e alunos ocorreram durante os questionamentos que os próprios professores realizavam. Na aula de P1, em determinadas situações o diálogo entre esses esteve mais presente. No caso de P2, o momento de maior interação se fez durante a resolução das questões, no qual uma maior participação dos alunos foi observada. É

importante também considerar que, durante a aula de P1 há momentos em que ele interrompe a fala do aluno. Por vezes, ele questiona e ele próprio responde, não permitindo que o aluno conclua o raciocínio acerca do que foi exposto ou questionado por ele. Diferentemente, P2 proporcionou uma maior inclusão das ideias dos alunos acerca do conhecimento abordado na aula.

Da mesma forma, os elementos presentes na socialização do conhecimento abordado pelo professor também contribuíram para a caracterização da dinâmica discursiva estabelecida em sala de aula. Consideramos que o modo como o conhecimento é socializado tem estreita relação com as interações ocorridas na aula. O Quadro 19 traz os elementos de socialização identificados nas aulas.

**Quadro 19:** Elementos presentes na socialização do conhecimento (1ª aula)

<b>ELEMENTOS (SOCIALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>
<b>1. As atividades (tarefas) propostas são realizadas individualmente ou em grupos?</b>	Não houve atividades (tarefas) individuais ou em grupo.	Não houve formação de grupos. Ele convida a turma e chama alguns alunos a realizar a atividade no quadro (questões da ficha).
<b>2. Critérios utilizados para a formação de grupos</b>	Não houve.	Não houve.
<b>3. Como o resultado de tarefas em grupo é compartilhado?</b>	Não houve.	Não houve.
<b>4. Como propostas dos alunos são discutidas pelo professor com a classe?</b>	Poucas das propostas (dúvidas) dos alunos foram consideradas por P1.	A proposta dos alunos (para a resolução das questões) não foi discutida por P2.
<b>5. Como são resolvidas situações de impasse em relação ao conteúdo trabalhado?</b>	Houve uma situação em que um aluno teve maior dificuldade de entendimento, mas P1 e alguns alunos contribuíram para que o aluno entendesse.	Não houve situações de impasse.
<b>6. Características do modelo de ensino adotado pelo professor?</b>	Modelo de ensino tradicional: importância do conteúdo, o sujeito em evidência é o professor, a metodologia é a exposição do conteúdo.	Modelo de ensino tradicional: importância do conteúdo, o sujeito em evidência é o professor, a metodologia é a exposição do conteúdo.

Fonte: elaborada pela autora.

Para o processo de ensino e aprendizagem os momentos de interação e socialização do conhecimento são importantes para o desenvolvimento dos sujeitos envolvidos nesse processo. Com os dados do Quadro 19, podemos afirmar que uma tarefa de aprendizagem foi proposta apenas por P2. Não ocorrendo formação de grupos durante a aula em nenhuma das duas turmas, logo os alunos não teriam resultados a compartilhar com os demais. Isso se deve basicamente ao tipo de estratégia utilizada pelos professores, que não contribuiu com as diferentes formas de interação entre os alunos e o conhecimento abordado (entre outras, uma

possibilidade seria a utilização de atividades experimentais). O que permitiria considerar o modelo de ensino apresentado pelos professores, nesse caso, o modelo tradicional, no qual o professor exerce o papel central e apresenta o conteúdo aos alunos.

Contudo, para essas duas turmas, as poucas situações de interação entre professor e alunos que ocorreram foram consideradas como importantes para a construção do conceito de equilíbrio químico. Com isso, pretendemos ressaltar que ainda que tenha prevalecido uma abordagem tradicional de ensino, alguns poucos momentos de interação foram importantes para a aprendizagem dos alunos. Sem a intenção de salvaguardar esses momentos como justificativa para a abordagem adotada, queremos compreender como a estratégia didática e o discurso produzido durante as aulas influenciam a aprendizagem dos alunos, sendo essa uma abordagem tão comum em aulas de química e outras disciplinas.

Para que as interações discursivas fossem analisadas foram elaborados mapas de atividade das aulas. Como descrito antes, os mapas foram elaborados para a primeira aula, em que verificamos uma maior interação entre professor e aluno. Sendo essa considerada a mais significativa na construção do conceito de equilíbrio químico, na qual verificamos possibilidades de aprendizagem para os alunos.

A partir dos mapas foi possível identificar episódios representativos para o processo de construção de significado do conceito pelos alunos e interações estabelecidas em sala de aula. Além disso, os mapas possibilitam situar os episódios escolhidos para a análise no contexto geral da aula. Os mapas de atividades das aulas de P1 e P2 estão presentes nos Quadros 20 e 21, respectivamente.

**Quadro 20:** Mapa de atividades da primeira aula de P1 (ministrada dia 18/09/2014)

Tempo	Atividade desenvolvida	Principais temas	Ações dos participantes	Comentários
1 min	Introdução da aula.		P1 comenta sobre o conteúdo que já foi visto e o que será abordado	
48 min	Exposição oral do conteúdo da aula. Usou alguns exemplos do cotidiano e ao longo da aula faz questionamentos aos alunos. <b>(EPISÓDIOS 1.1, 1.2 e 1.3)</b>	Reações reversíveis  Equilíbrio Químico  Expressão da constante de equilíbrio químico	P1 faz a exposição oral do conteúdo utilizando o datashow e faz anotações no quadro.  Os alunos em determinados momentos da aula participam do diálogo. Alguns alunos fazem perguntas ao professor.	O professor utiliza o material didático produzido por ele ao longo de toda a aula.  Os alunos que se encontram sentados na frente são os que mais participaram da aula.
2 min	Relembra uma atividade experimental realizada na aula anterior	Fatores que influenciam a velocidade de uma reação química.	Os alunos contribuem com o diálogo no momento de relembrar o experimento.	
1 min	P1 faz comentário sobre o que vai	Deslocamento de equilíbrio químico.		O professor fala brevemente o que

	ser visto na próxima aula e finaliza a aula.			é o Princípio de Le Chatellier.
--	--	--	--	---------------------------------

Fonte: elaborada pela autora.

Na aula, P1 iniciou comentando sobre o conteúdo que seria visto e os próximos que seriam abordados nas aulas seguintes. Em seguida, expõe o conteúdo de equilíbrio químico utilizando alguns exemplos do cotidiano em que o conceito está presente, realizando também diversos questionamentos aos alunos. Considerando o tempo gasto para essa atividade (48 minutos) podemos considerar a sua relevância para o contexto da aula. Desse momento da atividade é que foram extraídos os episódios para a análise, que representam as situações em que a interação entre os sujeitos foram mais significativas para a construção do conceito supracitado, sendo os questionamentos representantes dessas situações. É importante destacar que os alunos na maior parte do tempo da aula fizeram o papel de expectadores, sendo a sua participação mais efetiva quando questionados pelo professor, isso se deve pelo tipo de estratégia escolhida por ele.

Para a exposição do conteúdo P1 utiliza um material didático produzido por ele mesmo (uma síntese sobre o conteúdo que foi apresentado em slides). Na sequência, ele relembra um experimento realizado numa aula anterior, em que apresenta alguns aspectos que puderam ser trabalhados naquele momento da aula (o experimento tratava da influência da temperatura sobre a velocidade das reações). Ao final P1 comenta sobre o conteúdo que será visto na próxima aula.

O quadro 21 apresenta o mapa correspondente à primeira aula de P2.

**Quadro 21:** Mapa de atividades da primeira aula de P2 (ministrada dia 29/10/2014).

Tempo	Atividade desenvolvida	Principais temas	Ações dos participantes	Comentários
3 min	Anotação do conteúdo da aula no quadro.		P2 inicia anotando no quadro todo o conteúdo que será visto.  Poucos alunos anotam e a maioria deles conversam.	P2 coloca todo o conteúdo no quadro antes de começar a exposição do conteúdo.
3 min	Exposição oral do conteúdo da aula. Exemplifica a situação de equilíbrio químico com algumas reações química. Questiona os alunos.	Reações reversíveis  Equilíbrio químico	P2 faz a exposição do conteúdo. Em alguns momentos da aula faz questionamentos aos alunos.  Os alunos em determinados momentos da aula participam do diálogo.	O professor utiliza bastante o quadro e as anotações feitas.  Os alunos mais próximos do quadro são os mais participativos.
5 min	Exposição oral do conteúdo.	Reações reversíveis	P2 faz perguntas aos alunos.	O aluno que tenta

	<b>(EPISÓDIO 2.1)</b>	Equilíbrio químico  Expressão da constante de equilíbrio químico	Um dos alunos responde  P2 faz a exposição do conteúdo utilizando as anotações do quadro  Os alunos em determinados momentos da aula participam do diálogo  Alguns alunos questionam o professor ao longo da aula	responder tem sua fala interrompida por outros alunos que entram na sala.  Ocorre uma maior participação dos alunos.
3 min	Resolução de exercício <b>(EPISÓDIO 2.2)</b>	Expressão da constante de equilíbrio químico	P2 coloca um exercício para que os alunos façam no quadro  Dois alunos se disponibilizam	Há uma maior interação entre os alunos no momento de resolver a questão.
20 min	Exposição oral do conteúdo  <b>(EPISÓDIO 2.3)</b>	Significado da constante de equilíbrio químico  Relação entre o quociente de reação e $K_c$	P2 coloca a questão no quadro e lê e ele mesmo responde  Alguns alunos colaboram	
12 min	Resolução de exercícios da ficha. <b>(EPISÓDIO 2.3)</b>  Exposição oral do conteúdo  Finaliza a aula.	Relação entre o quociente de reação e $K_c$	P2 solicita que os alunos leiam as perguntas  Alunos leem	Há uma boa participação dos alunos

Fonte: elaborada pela autora.

P2 inicia a sua aula anotando todo o conteúdo no quadro, enquanto isso poucos alunos copiam. Ao terminar essa ação, ele inicia a exposição do conteúdo, fazendo alguns questionamentos e solicitando a participação dos alunos na aula. Propõe que esses resolvam as questões sobre o conteúdo (o material com as questões foi produzido por ele). O professor resolve algumas das questões e prossegue a explicação do restante do conteúdo. Novamente aplica outras questões para os alunos e continua com o conteúdo.

Em seguida, finaliza a aula. Como disposto no mapa, podemos perceber que houve uma maior diversificação das tarefas desenvolvidas, sendo a exposição do conteúdo a que teve maior duração no contexto da aula (5+3+20 minutos). Houve uma participação diversificada e considerável dos alunos. Os episódios da aula de P2 foram extraídos de diferentes momentos da aula, com relação ao episódio 2.3 ele ocorreu no intervalo de duas atividades (ao final da exposição do conteúdo e o início da resolução de exercícios) esses representaram os momentos de maior interação entre os sujeitos do processo de ensino e aprendizagem.

### 3.2.3.1. Análise dos episódios extraídos dos mapas de atividade

Considerando a definição de episódio como o conjunto de enunciados que cria o contexto para a emergência de um determinado significado ou de alguns significados (AMARAL; MORTIMER, 2007), os episódios escolhidos foram aqueles que se apresentaram como as melhores oportunidades de construção do significado de equilíbrio químico durante as aulas realizadas pelos professores. Os aspectos da dinâmica discursiva que desejamos analisar são as classes de abordagem comunicativa e os padrões de interação predominantes na aula e a relação desses com o ensino e aprendizagem desse conceito.

Com a elaboração dos mapas de atividade para as aulas dos professores, os episódios foram escolhidos e seus respectivos títulos são mostrados no quadro 22.

**Quadro 22:** Episódios escolhidos para a análise da 1ª aula dos professores

Professor	Episódio	Título do episódio
P1	1.1	Exemplificando reações em equilíbrio químico
	1.2	Relação das reações reversíveis com o equilíbrio químico
	1.3	Utilizando gráficos para explicar o conceito de equilíbrio químico
P2	2.1	Definindo o equilíbrio químico
	2.2	Calculando o valor de $K_c$
	3.3	Relação entre quociente de reação e a constante de equilíbrio

Fonte: elaborada pela autora.

Esses episódios foram transcritos, sendo consideradas as convenções para a transcrição aquelas apresentadas por Preti (2009). Os episódios transcritos foram organizados em turnos, e juntamente com estes a categorização dos padrões de interação foi apresentada. O primeiro episódio analisado de P1 (1.1) está demonstrado no Quadro 23. Da mesma forma que os professores são diferenciados por números, os alunos também foram. Nas situações em que muitos alunos falam ao mesmo tempo, aparece o termo ‘alunos’.

**Quadro 23:** Análise do episódio 1.1 - Exemplificando reações em equilíbrio<sup>2</sup> químico

1. P1: o que que a gente vai ver em equilíbrio químico? é exatamente em equilíbrio que estará essas reações reversíveis que iremos trabalhar... deixa eu citar um exemplo pra vocês... tá? ((nesse momento P1 volta a escrever no quadro))... vocês já ouviram falar na camada de ozônio? sim ou não?	Iniciação de escolha - Ie
---	---------------------------

<sup>2</sup> Sinais utilizados na transcrição dos episódios segundo Preti (2009):

( ) - incompreensão de palavras ou segmentos;

(( )) - comentários descritivos do transcritor;

:: - prolongamento de vogal e consoante;

[ - superposição, simultaneidade de vozes;

Usam-se as aspas para indicar citações literais ou leituras de textos;

Os números devem estar por extenso;

As iniciais maiúsculas só para nomes próprios ou siglas;

As reticências marcam qualquer tipo de pausa.

2. Alunos: sim	Resposta - R
3. P1: sim, beleza? pra que serve esse ozônio? que é o O <sub>3</sub> ... pra que serve essa camada? ((uma aluna tenta responder, mas P1 a interrompe com outra pergunta)) pra proteger né? nos proteger contra os raios ultravioletas... sim ou não?	Prosseguimento com Iniciação e Resposta do próprio professor - P Iniciação - I
4. A1: os raios solares	Resposta - R
5. P1: os raios solares... tranquilo? pra que serve essa proteção? evitar doenças ...como por exemplo o câncer de pele... tá? vocês sabem que a camada de ozônio não tá tão legal... há muito tempo... não é? o que acontece? se a camada não está perfeita... o sol quando bater vai acontecer o quê? os raios... ( ) os raios?	Avaliação - A Prosseguimento (refaz os questionamentos) - P Iniciação - I
6. A2: ele vai ultrapassar	Resposta - R
7. P1: ele vai ultrapassar... ultrapassando de forma muito mais agressiva e prejudicando a nossa saúde ... né não? então vê só gente ... o que que acontece? os poluentes reagem aqui com o ozônio...( ) impedindo sim ... comprometendo ((P1 volta-se mais uma vez pro quadro e começa a fazer uma figura e continua explicando e pede para que os alunos imaginem que ela fez uma camada)) fazer aqui um ozônio ... faz de conta que isso aqui é um ozônio... a qualidade dessa camada protetora que a gente tem... então você concorda que o seguinte ... O <sub>2</sub> formou O <sub>3</sub> os poluentes fizeram por onde o O <sub>3</sub> voltasse a ser o quê? O <sub>2</sub> ... você concorda que a reação foi e voltou? isso aqui é um equilíbrio químico?	Avaliação - A  Iniciação de escolha - Ie
8. A2: sim	Resposta - R
9. P1: por que é um equilíbrio químico?	Prosseguimento (reformula a pergunta) - P
10. A2: por que eles transformam... reagente em produto e produto transformou em reagente	Resposta - R
11. P1: reagente transformou em produto e produto voltou a ser reagente... esse é uma aplicação do produto... outro exemplo, se eu pegar óculos de sol... vocês já viram que tem óculos de grau... desculpa de grau... que ao chegar no sol fica escuro.. e chega no escuro e fica claro de novo.. ((P1 gesticula querendo dar a ideia de reversibilidade)) e chega no sol fica escuro e assim fica	Avaliação - A  Iniciação de escolha - Ie
12. A2: é alta tecnologia	Resposta - R
13. P1: menino é alta tecnologia né? é alta tecnologia de quem menino? ((nesse momento a P1 aponta para o quadro onde estava escrito o nome do conteúdo))... gente aquele é um processo de reação que faz o quê? reagente vira produto e produto volta a ser o quê?	Avaliação - A  Iniciação de produto - Ip
14. Alunos: reagente	Resposta - R
15. P1: aquilo que escurece é a prata... no exemplo... então ela sai de uma forma e vai para outra... eu vou mostrar pra vocês como isso ( )... multifocal o nome desses óculos né? mas vocês já viram esse tipo de óculos já né? então o que que acontece no escuro o óculos fica o quê? fica claro... e no claro o óculos fica o quê?	Prosseguimento (retorna com o exemplo anterior) - P
16. Alunos: fica escuro	Resposta - R
17. P1: e tu volta pra cá e o óculos fica de um jeito... e tu vai pra lá e volta a ser de outro... tu concorda que vocês tem o que gente? tu concorda... que vocês têm substâncias ali que hora reagente sai do produto e em outra situação produto volta a ser o que gente?	Prosseguimento (continua com o exemplo anterior) - P
18. A2: reagente	Resposta - R
19. P1: o que é que eu tô querendo falar pra vocês? vocês pensam que esse assunto tá muito longe de vocês né? vocês pensam que esse conteúdo tá muito longe de vocês... não galera... tá presente no nosso dia a dia... a natureza... o meio ambiente... o sistema ecológico no todo tá totalmente em equilíbrio químico. vocês sabem o que são corais? corais?	Avaliação - A  Iniciação de escolha -Ie
20. Alunos: sim	Resposta - R
21. P1: sim... no fundo do mar... bonitinho... belíssimo colorido... sabia que o coral pra ele manter aquele formato saudável... ele precisa estar em equilíbrio químico constantemente... o que acontece? se algum fator externo... por exemplo... a temperatura da água sobe... você acha que é um fator que vai influenciar no equilíbrio de uma reação? sim... certo...	Avaliação - A

Fonte: elaborada pela autora.

No início do episódio 1.1, podemos observar que não foi realizada uma sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos com relação ao conceito de equilíbrio químico. Neste episódio o nível simbólico do conhecimento foi trabalhado, pois P1 fez uso de equações químicas. E apenas os aspectos qualitativos do conceito de equilíbrio químico foram abordados. O professor busca introduzir este por meio de exemplos de reações em situações

de equilíbrio químico, como as reações de formação e decomposição do ozônio, a reação que ocorre nas lentes fotossensíveis ou fotocromáticas e a sobrevivência dos recifes de corais que dependem do equilíbrio químico da água. Portanto, podemos identificar que o objetivo de P1 no episódio é apresentar aos alunos os exemplos de situações de equilíbrio químico no meio ambiente e cotidiano (turno 19).

Praticamente em todos os turnos do episódio 1.1, o professor faz questionamentos aos alunos ou dá prosseguimento à sua própria fala complementando as informações dadas em turnos anteriores (por exemplo, ver turno 11). Como podemos observar apenas uma pequena parcela dos alunos participaram do diálogo. Assim, há a presença de mais de uma pessoa na interação discursiva, sendo que o tipo de questionamento realizado por P1 não possibilitou que outro ponto de vista fosse considerado além daquele da ciência escolar (MORTIMER; SCOTT, 2002). Portanto, a abordagem comunicativa que caracteriza o episódio 1.1 é do tipo interativa/de autoridade.

No turno 3, observamos que P1 interrompe a fala do aluno, essa ação do professor não favorece que o mesmo exponha seu ponto de vista. Contudo, nos turnos 9 e 10 podemos perceber que P1 considera a fala do aluno, porém esta representa o ponto de vista do discurso científico, isto é característica da dimensão do discurso de autoridade.

Os padrões de interação identificados no discurso são do tipo I-R-P-I-R-I-R... (turnos de 1 a 6) e I-R-A (exemplo: turnos 11 a 13; 19 a 21). O primeiro tipo, que surgiu de forma mais frequente, caracteriza-se como uma sequência estendida (cadeia), ou seja, a simetria entre a iniciação e a resposta não foi atingida no primeiro retorno (MEHAN, 1979). Assim, a partir da resposta dada pelo aluno, P1 dá prosseguimento à interação. No entanto, o prosseguimento dado por P1 está pautado na sua própria fala, prejudicando a interação com os alunos. Já para o segundo tipo de padrão identificado, a simetria é atingida no primeiro retorno, ou seja, P1 avalia aquilo que os alunos colocaram na interação, em outras palavras, a voz do aluno é inserida na interação, ainda que seja quando ela está consonante com a visão defendida pelo professor.

Os turnos de fala de 7 a 18 foram identificados como os mais relevantes para a construção do significado do conceito de equilíbrio químico, no episódio 1.1. Nesse trecho, P1 usou a reação de formação e decomposição do ozônio como exemplo de reação reversível, e os dois tipos de padrões de interação estão presentes. Nos turnos 7 e 9, P1 tenta dar prosseguimento a fala do aluno até obter como resposta: *“por que eles transformam... reagente em produto e produto transformou em reagente”* (A2). Aqui o aluno define o que é equilíbrio químico a partir da reversibilidade das reações, uma de suas características. Esse

tipo de resposta está de acordo com o tipo de iniciação realizada por P1 (iniciação de produto). Para esse tipo de iniciação o retorno deverá ser uma resposta factual (MEHAN,1979).

Ao longo do episódio, as iniciações elaboradas por P1 foram de escolha e de produto (exemplo, turnos 11 e 13). Nas iniciações de escolha o retorno esperado deve ser para discordar ou concordar (id.). Nenhuma destas iniciações possibilitou aos alunos expressar suas opiniões ou interpretações ou até mesmo que eles refletissem com relação ao que foi colocado. Se fosse de outra forma, poderiam ser criadas boas oportunidades para que os alunos elaborassem bases de raciocínio em relação ao conteúdo, melhorando assim a aprendizagem do conceito abordado na aula. Contudo, podemos observar que ao longo do episódio 1.1 pouquíssimos alunos tomaram parte da discussão, isso pode ser devido à postura do professor (interrompe a fala do aluno ou responde aos próprios questionamentos) e o tipo de estratégia utilizada por ele. Sendo assim, o processo de construção de significado para o conceito parece prejudicado na discussão coletiva com os alunos.

O segundo episódio 1.2 da primeira aula de P1 é apresentado no quadro 24 a seguir.

**Quadro 24:** Análise do episódio 1.2 - Relação das reações reversíveis com o equilíbrio químico

1.	P1: então... eu falei pra vocês o seguinte... concentração... pressão... temperatura são fatores que influenciam no processo de reação... o que que eu tô querendo falar pra vocês? que equilíbrio químico tá presente em nosso cotidiano... tá presente na natureza... tá presente em muitos lugares que vocês imaginarem... que vocês jamais imaginariam que existiria... mas o que vem a ser equilíbrio químico gente? é um processo de reação o quê? é um processo de reação reversível... o quê? tá... é reação que reagente vira produto... a grosso modo tá... e produto volta a ser reagente... beleza? vê só... então falar... em equilíbrio químico a reação tem que ser o quê?	Iniciação de produto - Ip
2.	A2: processos reversíveis	Resposta - R
3.	P1: reversíveis ((apontando para o slide)), aí vamos analisar... gente vê só... o que que existe... o que que a gente viu em cinética química? estudamos o quê? velocidade das reações... num é isso? qual é o ponto para estar em equilíbrio químico? a mesma velocidade que vai é a mesma velocidade que volta... tá? então vê só... aqui tá um exemplo de uma equação química... como eu falei pra vocês? o que vem a ser uma equação química? a forma da gente escrever uma reação... certo? tudo o que está antes da seta eu chamo de quê?	Avaliação - A  Iniciação de produto - Ip
4.	A1: reagente	Resposta - R
5.	P1: tudo o que tá depois da seta eu chamo de quê? produto... vocês perceberam? notaram alguma coisa diferente nessa equação?	Prosseguimento (refaz a iniciação de produto) - P
6.	Alunos: as setas	Resposta - R
7.	A2: a seta que vai	Resposta - R
8.	P1: tem uma seta que vai e uma seta que volta... exatamente caracterizando que o fluxo... ( ) é equilíbrio químico... aí presta atenção no seguinte... vamos fazer algumas análises que é o que vocês vão encontrar em prova... o sentido que vai eu chamo de quê?	Prosseguimento (dá uma explicação) - P
9.	A2: direito	Resposta - R
10.	P1: reação direta... e o sentido que volta eu chamo de quê?	Prosseguimento (corrige a forma de expressão do aluno) - P
11.	Alunos: reação inversa	Resposta - R
12.	P1: reação inversa... aí vê só qual é o grande erro do aluno? quando pensa em equilíbrio... quando vocês pensam em equilíbrio... vocês vão se projetar para a feira de Afogados... viaja comigo tá? vocês vão se projetar para a feira de Afogados... quando tu pensa em	Avaliação - A

equilíbrio tu pensa em balança... sim ou não?	Iniciação de escolha - Ie
13. A1: sim	Resposta - R
14. P1: aí tu pega uma balança e um moio de macaxeira... de inhame... aí você vai pesar... aí aqui ele bota um peso... uma massa de um quilo... aí se eu chegar e colocar um moio aqui de inhame... macaxeira... sei lá o que vocês queiram... o que vocês tão comprando lá na feira e a balança ficar igual... o prato ficar igual... significa dizer o quê?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
15. Alunos: que tá em equilíbrio... né? que tem um quilo... ( )	Resposta - R
16. P1: que tem um quilo né? que a quantidade... que a massa está igual... não é não? lq quando a gente pensa nesse equilíbrio daqui ((P1 aponta para o quadro onde está colocado a reação)) vocês não podem pensar nesse equilíbrio igual ao equilíbrio da balança... por quê? por que não é igual ( )... por que o que interessa no equilíbrio é a velocidade que vai ser a mesma velocidade que volta ((P1 gesticula indicando o sentido de vai e volta))..e é preciso que esse valor de concentração... tá igual? não... praticamente... nunca vai estar igual.. não estarão iguais... o valor de concentração de reagente tem que ser igual ao valor de concentração do produto? não... agora com o passar do tempo...que a gente vai ver aqui.... chega um momento em que reagente não altera mais e produto não altera mais... a gente atinge o ponto de equilíbrio... a gente vai ver isso em gráfico... mas assim... pensar em equilíbrio químico não é só o seguinte...chega ali tô com o prato aqui ((gesticula como se tivesse pesando)) bota uma massa aqui pra medir a outra... se a massa fica a mesma isso significa dizer o quê? que eles têm o mesmo?	Prosseguimento (repete a iniciação) - P
17. A1: mesmo peso	Resposta - R
18. P1: tem a mesma massa... não é não? o equilíbrio químico daqui ((aponta para o quadro)) não trabalha com o mesmo valor de massa... o mesmo valor de concentração... não necessariamente... as concentrações...elas podem ser o quê? diferentes... mas... o que que no equilíbrio químico tem que ser igual? a mesma velocidade de ida ser a mesma velocidade que volta... o mesmo processo... o mesmo tempo... a mesma velocidade que acontece na reação direta vai ter que acontecer na reação o que gente? inversa... o que acontece no equilíbrio... nesse processo reversível é o seguinte...na prova como é que a gente caracteriza isso? vocês vão ter que... vocês sabem que a partir de termoquímica	Prosseguimento (explica a diferença) - P
19. A1: tem a parte da dupla seta	Resposta - R
20. P1: as equações foram surgindo assim pra vocês de forma mais agressiva...então passar por equilíbrio sem ver equação química não tem como... tá? ...aí você vai ver notar o seguinte que as equações vão tá com a seta dupla... uma indo e a outra voltando... tá? uma das características é essa	Prosseguimento (complementa a fala do aluno) - P
21. A1: essa é que indica que é o equilíbrio?	Resposta - R (na forma de uma questão ou dúvida)
22. P1: sim... está em equilíbrio químico... beleza gente?	Avaliação

Fonte: elaborada pela autora.

No episódio 1.2, P1 também utilizou predominantemente o nível simbólico (uso de gráficos e equações químicas) do conhecimento e apenas os aspectos qualitativos do conceito foram abordados. P1 introduz na sua abordagem os aspectos cinéticos (igualdade das velocidades das reações) para trabalhar o conceito de equilíbrio químico. Ao longo do episódio é possível identificar que o objetivo de P1 é fazer com que os alunos relacionem o conceito de equilíbrio químico ao conceito de reversibilidade (turnos de 1 a 10). Observa-se que na sua fala, P1 não faz referência a outro aspecto também importante para a compreensão desse conceito, a dinamicidade. Porém, é reforçado que a presença da seta dupla indica o estado de equilíbrio químico (turnos de fala 6, 7 e 19).

O que nos chama a atenção neste episódio e o torna bem distinto dos outros, é que nos turnos de fala 12, 14 e 16, P1 apresenta uma das concepções informais que podem ser apresentadas pelos alunos ao tratar do conceito de equilíbrio químico, que é a comparação

deste com uma balança. Esta é uma das concepções que pode estar associada ao que os alunos entendem sobre equilíbrio em geral (MACHADO; ARAGÃO, 1996; CAROBIN; SERRANO, 2007). Muitos alunos compreendem o sistema em equilíbrio como análogo à utilização de máquinas, sendo também identificada como uma das analogias utilizadas no ensino de equilíbrio químico (RAVILOLO; GARRITZ, 2008). Considerando que o professor não realizou uma sondagem das concepções acerca do conceito de equilíbrio químico para essa turma, não podemos afirmar que estes apresentaram tal concepção. Porém, no turno 13, o aluno (A1) afirma que o termo equilíbrio remete sim ao conceito de balança. Nos turnos seguintes o discurso do professor (turno 14) reforça essa associação entre os termos, mesmo que nos turnos subsequentes ele apresente a diferença entre eles. Dessa maneira, o professor pode favorecer que os alunos reforcem ou se limitem a essa concepção por não questionar ou confrontar a mesma.

Para o episódio 1.2 foi identificado que a abordagem comunicativa predominantemente desenvolvida pelos sujeitos do discurso foi do tipo interativa/de autoridade. Neste episódio, os turnos de fala do professor foram mais longos, com muitos questionamentos aos quais ele mesmo apresenta uma resposta. Com uma ressalva para os turnos 15 e 21, nos quais os alunos questionam o professor, quando formularam perguntas que representavam suas dúvidas com relação ao conceito abordado. Nesses casos, podemos considerar que o discurso também se apresentou como interativo/dialógico, pois ambos formularam perguntas autênticas (MORTIMER; SCOTT, 2002). O professor deu atenção às perguntas realizadas e buscou responde-las.

Os padrões de interação identificados foram do tipo I-R-P-R-P... (exemplo: turnos de 14 a 18) e I-R-A (exemplo: turnos 1 a 3). No episódio 1.2, as iniciações desenvolvidas por P1 nos turnos foram de escolha e de produto, e não parece ter proporcionado aos alunos a apresentação de suas opiniões ou interpretações, ou mesmo que eles refletissem sobre o que foi colocado. Ou seja, não promoveu uma mobilização das estruturas de pensamento na busca de construir o conhecimento, mas pressupõe-se que a memorização deste seja mais privilegiada (no turno 8 há destaque para a prova e o que pode ser cobrado nela). Dessa forma, a construção do conceito de equilíbrio químico pelos alunos esteve comprometida. É interessante que seja ressaltado que neste episódio, os alunos pareceram estar um pouco mais à vontade para colocar suas dúvidas (turnos 15 e 21).

O terceiro episódio 1.3, da aula de P1 é apresentado no Quadro 25 a seguir.

**Quadro 25:** Análise do episódio 1.3 - Utilizando gráficos para explicar o conceito de equilíbrio químico

1.	P1: então vê só o que acontece aqui nesse gráfico com a velocidade versus o tempo? ((apontando para o slide))... eu adoro gráfico... vocês sabem disso... já coloquei inúmeros pra vocês... então o que vem a ser... como é que você consegue visualizar isso? esse aqui significa dizer que é o reagente.. por que $v_1$ é o reagente? ((nesse caso, P1 está falando da curva no gráfico que representa a velocidade de consumo do reagente)) por que ele tá onde? por que tá partindo de onde?	Iniciação de produto - Ip
2.	A1: tá partindo de cima	Resposta - R
3.	P1: por que ele tá partindo do valor máximo e tá surgindo de onde esse daqui... e por que esse $v_2$ é um produto?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
4.	A2: por que ele tá vindo de baixo	Resposta - R
5.	P1: por que ele tá partindo do zero... a velocidade ainda não existe... tá?... com o passar do tempo a velocidade de $v_1$ tá diminuindo e $v_2$ vai o que galera? vai aumentando... só que chega um momento em que $v_1$ fica igual a $v_2$ ...ai eu te pergunto... atingiu o equilíbrio químico?	Prosseguimento (faz novos questionamentos) - P
6.	A1: atingiu	Resposta - R
7.	A2: sim	Resposta - R
8.	P1: atingiu...ai quando é que você analisa...como é que você vai analisar no gráfico que atingiu o equilíbrio químico... quando as velocidades forem o que gente?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
9.	Alunos: as mesmas	Resposta - R
10.	P1: iguais... ou seja... quando a função começar a ser o que galera?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
11.	A2: constante	Resposta - R
12.	P1: constante... daqui pra cá ((apontando no slide)) varia ou não varia? daqui pra cá varia... varia ou não varia?	Avaliação - A Iniciação de escolha - Ie
13.	Alunos: sim	Resposta - R
14.	P1: mas a partir desse momento... a partir desse ponto, a partir desse tempo... que vai tá lá na tua prova... aí você vai ter essa velocidade o que?	Prosseguimento (faz novos questionamentos) - P
15.	A2: sim	Resposta - R
16.	P1: constante... tá certo?... aí vê só... aí eu te pergunto na prova... verdadeiro ou falso... o tempo... o equilíbrio químico foi atingido no tempo de três minutos? verdadeiro ou falso?	Prosseguimento (faz novos questionamentos) - P
17.	Alunos: verdadeiro	Resposta - R
18.	P1: como é que você tá visualizando isso?	Avaliação - A Iniciação de processo - Ip
19.	A2: pelo tempo	Resposta - R
20.	A1: pelo gráfico	Resposta - R
21.	P1: pelo ponto de equilíbrio que o gráfico tá dizendo ((e aponta para o quadro))... ou seja... quando a função começar a ficar constante...significa dizer que atingiu o ponto de equilíbrio... e o que significa equilíbrio químico? ((P1 escreve no quadro)) a mesma velocidade de ida é a mesma velocidade de volta	Prosseguimento (apresenta a explicação) - P
22.	Alunos:	Resposta - R
23.	P1: certo? viajaram comigo? beleza? vamos descer aqui meu povo ((P1 ajusta o texto do slide no quadro))... e o que acontece com a concentração? se aparecer um gráfico ((nesse instante ela apaga o quadro)) lá foi velocidade versus o tempo... aqui se aparecer concentração versus o tempo? o que que acontece? o raciocínio é o mesmo... todo gráfico vai representar uma função... tá? ((aponta para o slide))... aqui agora é tempo e aqui agora vai ser o quê?	Avaliação - A  Iniciação de produto - Ip
24.	Alunos: concentração	Resposta - R
25.	P1: concentração... beleza... se a gente fala de equilíbrio químico... tem equação química sim ou não? sim ou não? ((aluna gesticula com a cabeça)) sim... se tem equação química tem reagente tem produto... sim ou não?	Avaliação - A  Iniciação de escolha - Ie
26.	Alunos: sim	Resposta - R
27.	P1: só que reagente vai originar quem? vai dá origem a quem gente?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
28.	A1: produto	Resposta - R
29.	P1: ao produto... então reagente.... ((gesticulando)) surge com a concentração maior... e o produto vai aumentando com o passar do tempo... por quê? por que reagente vai sendo consumido e vai dando origem a quem? ao produto... aí olha pra cá eu tenho a linha aqui azul e uma linha vermelha ((aponta pro slide)) tenho aquela substância que tá na equação	Avaliação - A

lá em cima.. certo? aí eu te pergunto... sem olhar pra equação quem seria reagente aqui e quem seria produto?	Iniciação de produto - Ip
30. A1: o reagente seria $N_2O_4$	Resposta - R
31. A2: o azul... nesse caso a linha... e o produto o vermelho	Resposta - R
32. P1: o reagente seria o azul e o produto o quê?	Prosseguimento (faz questionamentos) - P
33. Alunos: o vermelho	Resposta - R
34. P1: por que você sabe disso?	Avaliação - A Iniciação de metaprocessos - Im
35. A1: porque o vermelho tá partindo do zero e o azul tá partindo de cima...	Resposta - R
36. P1: o azul tá partindo de cima e com... ]	Prosseguimento (complementaria a resposta do aluno) - P
37. A1: com maior concentração	Resposta - R
38. P1: concentração máxima nesse caso aqui... e o vermelho tá partindo de baixo...se tá partindo de baixo é porque a concentração tá o quê? tá mínima... tá zero e com o passar do tempo o azul vai sumindo e o vermelho vai surgindo...	Prosseguimento (continua a fala anterior) - P
39. A1: mas ali ele conseguiu atingir o equilíbrio?	Resposta - R
40. P1: qual o ponto em que atingiu o equilíbrio? quando é que começa a atingir o equilíbrio?	Prosseguimento (repete a questão) - P
41. A1: ali.. ó... logo no comecinho...ó	Resposta - R
42. P1: aqui? olha...daqui pra cá ainda existe uma variação? olha aqui ô gente ((P1 marca no quadro o ponto de início do equilíbrio)) sim ou não?	Avaliação - A Iniciação de escolha - Ie
43. Alunos: sim	Resposta - R
44. P1: tu concorda que daqui pra cá ainda existe uma variação? sim ou não?	Avaliação - A Iniciação de escolha - Ie
45. A2: sim... então ela passa do ponto três...((P1 interrompe))	Resposta - R
46. A1: eu concordo	Resposta - R
47. P1: o ponto de equilíbrio começa a partir de quando?	Avaliação - A Iniciação de processo - Ip
48. A2: do três de novo	Resposta - R
49. P1: é porque aqui não tá marcado... né? mas o ponto tá a partir daqui ô galera... a partir do momento que a função começa a ser o que?	Prosseguimento (faz novos questionamentos) - P
50. A1: constante	Resposta - R
51. P1: ai viaja aqui comigo... dá uma olhadinha pra cá... ((a P1 apaga o que tinha feito sobre o gráfico)) daqui pra cá gente tá variando ((isso aponta para o gráfico))	Avaliação - A Iniciação de escolha - Ie
52. A1: ah é	Resposta - R
53. P1: daqui pra cá ele varia?	Prosseguimento (faz novo questionamento) - P
54. Alunos: não	Resposta - R
55. P1: então qual foi o tempo aqui? a partir de que momento?	Prosseguimento (faz novos questionamentos) - P
56. A2: três	Resposta - R
57. P1: a partir do momento que? não... não é três aqui... não é três aqui pode ser qualquer tempo... mas a partir do momento em que a função começa a ser o que?	Prosseguimento (corrige o aluno) - P
58. A2: constante...	Resposta - R
59. P1: constante... tá certo?	Avaliação - A

Fonte: elaborada pela autora.

O episódio 1.3 foi o mais longo dos três extraídos do mapa de atividade da aula de P1. Neste terceiro episódio, da mesma forma que os anteriores, apenas o nível simbólico (uso de gráficos e equações químicas) do conhecimento foi utilizado. P1 novamente usou a abordagem cinética para trabalhar o conceito de equilíbrio químico. Para esse episódio foi

identificado que o objetivo de P1 é que os alunos reconheçam o estado de equilíbrio químico através dos gráficos, como por exemplo, verificando o momento em que este é estabelecido.

Da mesma forma que nos episódios anteriores, o número de alunos que colaboram com o discurso é pequeno. A abordagem comunicativa desenvolvida pelos participantes foi do tipo interativa/de autoridade, pois o professor conduziu os alunos por meio de uma sequência de perguntas e respostas, com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico (MORTIMER; SCOTT, 2002). E não diferentemente dos episódios anteriores o professor fez muitos questionamentos, mas neste episódio, houve um número menor de interrupções à fala do aluno.

Os padrões de interação identificados no episódio foram do tipo e I-R-P-R-P... (por exemplo, turnos de 51 a 57) e I-R-A (por exemplo, turnos de 1 a 3, e 8 a 10), este último em uma maior proporção. Isso sugere que o professor parece ter considerado mais as falas dos alunos e dado prosseguimento às interações no sentido de manter os alunos em interação discursiva (e não mais respondendo às suas próprias questões). Os turnos de fala apresentados a seguir foram identificados como relevantes para a construção do significado do conceito de equilíbrio químico no episódio 1.3. P1 ao trabalhar com o gráfico de velocidade versus o tempo, aspectos como a igualdade das velocidades quando o equilíbrio químico é atingido foram abordados (turnos 5, 8 e 16).

*...“só que chega um momento em que  $v_1$  fica igual a  $v_2$ ... aí eu te pergunto... atingiu o equilíbrio químico?”* (turno 5)

*“atingiu... aí quando é que você analisa... como é que você vai analisar no gráfico que atingiu o equilíbrio químico... quando as velocidades forem o que gente?”* (turno 8)

*“constante... tá certo?... aí vê só... aí eu te pergunto na prova... verdadeiro ou falso... o tempo... o equilíbrio químico foi atingido no tempo de três minutos? verdadeiro ou falso?”* (turno 16)

As respostas apresentadas pelos alunos foram correspondentes ao tipo de iniciação desenvolvida pelo professor (escolha e produto). Estes questionamentos do professor promovem respostas curtas dos alunos, nenhuma delas apresentou-se como um desafio para o aluno.

*“atingiu”* (A1 - turno 6)

*“sim”* (A2 - turno 7)

*“as mesmas”* (Alunos - turno 9)

*“verdadeiro”* (Alunos - turno 17)

Os turnos 21 e 22 também foram identificados como importantes para a construção do conceito: *“pelo ponto de equilíbrio que o gráfico tá dizendo... ou seja... quando a função começar a ficar constante... significa dizer que atingiu o ponto de equilíbrio... e o que significa equilíbrio químico?”* (P1, turno 21). Sendo a resposta apresentada pelos alunos: *“a mesma velocidade de ida é a mesma velocidade de volta”* (Alunos - turno 22).

Dois tipos de iniciação desenvolvidos nesse episódio, que não foram identificadas nos anteriores, foram no turno de fala (18) em que o professor pergunta: *“como é que você tá visualizando isso?”*, esta foi identificada como uma iniciação de processo. E a outra ocorreu no turno 34: *“por que você sabe disso?”*, esta identificada como uma iniciação de metaprocessos. Segundo Amaral e Mortimer (2007, p. 252-253), “na iniciação de processo o retorno esperado é que alguém emita uma opinião ou interpretação para o que foi colocado e, finalmente, na iniciação de metaprocessos, é esperado que se faça uma reflexão sobre o processo de iniciação [...]”. Esses tipos de perguntas possibilitam uma maior mobilização das estruturas de pensamento dos alunos, fazendo com que eles possam refletir antes de apresentarem o retorno. Todavia, os alunos apresentaram respostas curtas, que não parecem representar um processo de reflexão dos alunos. Pressupomos que o tipo de estratégia utilizada e a postura do professor (muitas vezes ele pergunta e responde em seguida) não favoreça uma postura mais reflexiva do aluno.

Considerando os três episódios analisados para a aula de P1, podemos descrever que na dinâmica discursiva as iniciações desenvolvidas foram os questionamentos, estando presentes em todos esses. Segundo Gallimore e Tharp (1996, p. 177)

“Se o professor questiona, duas vantagens educativas são obtidas. Em primeiro lugar, os alunos ativam-se verbal e mentalmente, o que lhes confere prática e exercitação. Em segundo lugar, durante a exercitação do discurso e do pensamento dos alunos, o professor será capaz de acompanhar e regular a coleta de evidências e o uso da lógica pelos estudantes”.

Dessa forma, há uma boa justificativa para utilizar os questionamentos ao longo de uma aula. A ressalva que deve ser feita com relação a isto, é que o tipo de questionamento usado se limitou mais à exposição verbal, não apresentando retornos aos quais os alunos pudessem expressar suas habilidades, criatividade ou lógica. Isso parece mostrar uma intenção pouco definida, considerando que no seu planejamento P1 estabeleceu algumas habilidades para que os alunos alcançassem com a aula desenvolvida, por exemplo: *Reconhecer, equacionar e resolver problemas, selecionando procedimentos e estratégias adequados, sendo capaz de interpretar resultados numéricos e experimentais.*

Outra consideração acerca do tipo de questionamento que pode ser utilizado em aulas de ciência é a diferença entre as perguntas que buscam avaliar as respostas dos alunos, daquelas que auxiliam na construção do conhecimento. A primeira busca descobrir o nível de habilidade do aluno na execução de tarefas sem acompanhamento, enquanto a segunda se apresenta como um recurso de questionamento que busca engajar o aluno em interações que envolvem temas que ele não poderia desenvolver sozinho. Sendo as perguntas avaliativas, o principal componente interativo de roteiros a serem memorizados (MOLL, 1996). Com relação ao tipo de questionamento produzido por P1, a maioria deles, com exceção daqueles apresentados nos turnos de fala 18 e 34 do episódio 1.3, se caracteriza como avaliativos. Sem esquecer de que em algumas vezes, ao longo da aula P1, destaca qual o tipo de pergunta a ser realizada em prova (episódio 1.2 - turno 8; episódio 1.3 - turno 16).

Os próximos episódios analisados foram extraídos da aula de P2 e estão indicados no mapa de atividade (ver Quadro 21). Eles foram extraídos de momentos diferentes da aula. O episódio 2.1 foi extraído do segundo momento em que o professor realizava a exposição do conteúdo. O episódio 2.2, do momento em que foi feita a primeira resolução de exercícios. Já o episódio 2.3 foi extraído de dois momentos distintos e consecutivos, nesse caso, o episódio inicia-se durante a exposição do conteúdo e termina na segunda resolução de exercícios.

O Quadro 26 traz a análise do episódio 2.1. da aula de P2.

**Quadro 26:** Análise do episódio 2.1 - Definindo o equilíbrio químico

1.	P2: vamos lá... que essa reação aqui ocorre pra direita ( mostrando a reação no quadro e acompanhando com o braço no sentido que está falando)) mas que os produtos aqui da primeira reação podem reagir formando o reagente da primeira de volta... ou seja... na verdade o que a gente tem aqui é a reversibilidade das reações... reação... reação o quê? reversível... ora se eu vou partir de carbonato de cálcio e eu formo cal e CO <sub>2</sub> ... quando eu parto de cal e CO <sub>2</sub> formo carbonato de cálcio fica claro que essas reações ocorrem em dois sentidos... no sentido da direita e no sentido da esquerda	Iniciação de produto - Ip
2.	A1: da esquerda	Resposta - R
3.	P2: então o experimento ele vem mostrar nada mais que as reações químicas elas são reversíveis... reação reversível eu escrevo assim oh ((aponta no quadro)) seta dupla tá certo? a reação pra direita a gente chama de quê? reação... reação o quê?	Prosseguimento (simplifica a iniciação anterior) - P
4.	A2: direta	Resposta - R
5.	P2: direta... pra esquerda a gente chama de quê? reação?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
6.	Alunos: inversas	Resposta - R
7.	P2: inversa... só essa reação é assim? não... a grande maioria das reações químicas são reversíveis... tá ok? então... a partir de uma reação reversível eu posso definir o equilíbrio químico... pessoal... o quê que eu tenho aqui no final? alguém pode me dizer o que eu tenho aqui no final?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
8.	A2: cal... CO <sub>2</sub>	Resposta - R
9.	P2: cal... carbonato de cálcio e CO <sub>2</sub> aqui o que é que eu tenho no final? ((apontado para a segunda reação)) cal... carbonato de cálcio e ...	Prosseguimento (continua questionando os alunos) - P
10.	A2: CO <sub>2</sub>	Resposta - R
11.	P2: CO <sub>2</sub> ... bom se eu passar a observar esse sistema no final parece... parece apenas que não há mais alteração... na verdade aqui no final estão ocorrendo essas duas reações... a	Avaliação - A

reação pra direita e a reação para a esquerda.... essa... toda a reação reversível ele caminha para um estado... que é chamado estado de equilíbrio certo? o que é estado de equilíbrio? o estado de equilíbrio vai ocorrer quando a velocidade da reação direta igualar com a velocidade da reação inversa	Iniciação de produto - Ip
12. A2: inversa	Resposta - R
13. P2: vamos pensar aqui um pouquinho... vamos fazer um gráfico aqui da velocidade em função do tempo... inicialmente... inicialmente aqui oh... aqui olha o frasco.. oh o frasco oh... oh o frasco fechado eu só tenho quem aqui dentro? só tenho quem?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
14. A1: $a... b$	Resposta - R
15. P2: $a$ e $b...$ nós vimos que se eu só tenho $a$ e $b$ a velocidade da reação é altíssima... mas com o passar do tempo $a$ e $b$ vai formando quem?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
16. Alunos: $c$ e $d$	Resposta - R
17. P2: $c$ e $d...$ será que eu chego em uma situação que no final eu só tenho $c$ e $d$ ? não... porque $c$ e $d$ também forma de volta quem?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
18. Alunos: $a$ e $b$	Resposta - R
19. P2: então vai chegar uma situação que eu tenho todos ai dentro... quem? $c... d...a... c... d...a$ e $b...$ só que chega uma hora que a velocidade com que $a$ e $b$ forma $c$ e $d$ que era bem alta vai diminuindo e a velocidade com que $c$ e $d$ forma $a$ e $b$ parte do zero e vai o quê?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
20. Alunos: vai aumentando	Resposta - R
21. P2: aumentando... chega uma hora... um momento em que essas velocidades se igualam... cineticamente falando... cineticamente falando nesse instante aqui as velocidades se igualam ((enquanto explica P2 vai desenhando o gráfico mostrando aos alunos)) quando elas se igualarem dizemos que foi atingido o equilíbrio... o químico o quê? químico... essa é $v_d$ e essa é...	Prosseguimento (continua a iniciação anterior) - P
22. Alunos: $v_i$	Resposta - R
23. P2: $v_i$ ((enquanto fala continua mostrando no quadro)) e a situação em $v_d$ é igual a quem?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
24. Alunos: $v_i$	Resposta - R
25. P2: a $v_i...$ o equilíbrio só pode ser atingido em sistema?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
26. Alunos: fechado	Resposta - R
27. P2: e se a temperatura permanecer?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
28. Alunos: constante	Resposta - R
29. P2: ((P2 vai apontando no quadro e os alunos respondem lendo)) constante são as duas situações em que o equilíbrio pode ser estabelecido... então o que seria o equilíbrio químico? que seria equilíbrio químico? é uma reação reversível que ocorre em?	Prosseguimento (realiza outros questionamentos) - P
30. A1: quando é que o sistema é fechado?	Resposta - R
31. P2: o que é sistema fechado pessoal? vamo lá... pra gente essa porta tá fechada?	Prosseguimento (repete a pergunta do aluno) - P
32. Alunos: sim	Resposta - R
33. P2: tá... eu posso dizer que a porta tá fechada pra gente porque... não sai ninguém... não entra ninguém... no sistema fechado nesse caso aqui é mais rigoroso não sai nem entra massa... certo? não sai nenhum componente... nem entra... temperatura constante... porque a temperatura influi nas velocidades lembra disso? temperatura influi na velocidade da reação? influi... por isso que ela não pode mudar... agora eu é que vou fazer uma pergunta pra vocês... isso é uma definição? é uma definição o quê?	Prosseguimento (exemplifica a situação anterior) - P
34. Alunos: cinética	Resposta - R
35. P2: cinética... termodinamicamente? lembram o que é que se caracteriza o equilíbrio termodinamicamente? aqui é instante do equilíbrio térmico ((aponta no quadro))... termodinamicamente a gente diz que o equilíbrio é atingido quando delta $g...$ a energia de Gibbs... for igual a	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
36. Alunos: zero	Resposta - R
37. P2: zero... nós vimos que energia livre estabelece se o fenômeno é espontâneo ou não né isso? e quando ela é zero o sistema está em equilíbrio... então essa é uma característica cinética ((circulando a igualdade entre as velocidades que está no quadro)) e essa é uma	Avaliação - A

característica termodinâmica ((circulando delta g igual a zero)) ok? vamo voltar... vamo lá atenção... Juliana as reações químicas são reversíveis é isso que quer mostrar esses dois experimentos... tá ok? mas como elas são reversíveis elas caminham para um estado... que o estado de...	Iniciação de produto - Ip
38. Alunos: equilíbrio	Resposta - R
39. P2: que só pode ser alcançado em sistema fechado e temperatura constante tá ok? a reação pra direita a gente chama de reação? direta... pra esquerda de reação?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
40. Alunos: inversa	Resposta - R
41. P2: inversa... se a velocidade da reação direta igualar com a velocidade da reação inversa... vice versa no caso nós dizemos que foi atingido o equilíbrio... agora uma característica importante do equilíbrio é que ele é o quê? equilíbrio dinâmico o que quer dizer isso? equilíbrio dinâmico...	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
42. A1: ele tá sempre... sei lá... em movimento	Resposta - R
43. P2: pronto... vamos... lá... ele tá sempre em movimento na verdade é que as reações não cessarão... as reações continuam ocorrendo só que ocorre com a mesma velocidade... veja se você... se você colocar... pronto... vamos fazer assim ((começa a desenhar no quadro)) isso é seu olho viu... você vai observar isso aqui oh... é observador... observador... se você conseguisse ir lá observar as moléculas nós veríamos duas características lá para o equilíbrio... microscopicamente e macroscopicamente... microscopicamente é se você conseguisse ir lá observar quem? as moléculas... estariam paradas ou não? estariam paradas as moléculas lá?	Proseguimento (complementa a resposta do aluno) - P
44. Alunos: não... não	Resposta - R
45. P2: que acontece que microscopicamente CaO mais CO <sub>2</sub> tá reagindo pra formar quem?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
46. Alunos: CaCO <sub>3</sub>	Resposta - R
47. P2: enquanto CaCO <sub>3</sub> tá reagindo pra formar eles dois de volta... ou seja... microscopicamente está em evolução por exemplo formação de complexo ativado... formação de complexo ativado é... energia de ativação essas coisas tão ocorrendo o fenômeno é dinâmico... agora macroscopicamente se você ficar observando você consegue ver alguma mudança?	Avaliação - A  Iniciação de escolha - Ie
48. Alunos: não	Resposta - R
49. P2: se eu pegar... vamos fazer uma analogia com uma garrafa de água fechada se eu ficar olhando a garrafa, a superfície da água eu observo alguma coisa?	Avaliação - A Iniciação de escolha - Ie
50. Alunos: não	Resposta - R
51. P2: nada... mas ali dentro também tem o equilíbrio dinâmico... a água tá vaporizando e condensando só que tá fazendo isso com a mesma velocidade... então, microscopicamente concentração... macroscopicamente melhor dizendo concentração... densidade etc elas permanecem o quê? constantes	

Fonte: elaborada pela autora.

No início do episódio 2.1, podemos observar que da mesma forma que P1, P2 não realizou nenhuma sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos com relação ao conceito de equilíbrio químico. Ao longo deste episódio, P2 usou aspectos da cinética (velocidades iguais das reações direta e inversa) para abordar o conceito. Na continuidade da discussão, P2 abordou também aspectos da termodinâmica ( $\Delta G = 0$ ), e utilizou os níveis simbólico, microscópico e macroscópico do conhecimento na sua abordagem. Foi identificado que o objetivo de P2 neste episódio é definir as características do equilíbrio químico, assim abordando os aspectos qualitativos do conceito.

De uma forma geral, observamos que o professor também realiza muitos questionamentos aos alunos ao longo do episódio. A dinâmica discursiva desenvolvida apresentou características da dimensão interativa (houve a participação de mais de uma pessoa no discurso) e de autoridade (o ponto de vista considerado foi o da ciência escolar),

portanto a abordagem comunicativa do episódio 2.1 foi do tipo interativa/de autoridade (MORTIMER; SCOTT, 2002). Com relação aos padrões de interação identificados no discurso foram do tipo I-R-P-R-P... (por exemplo, turnos 27 a 33) e I-R-A (por exemplo, turnos 5 a 7; 11 a 13), esse último apareceu um maior número de vezes.

Muitos aspectos importantes para a abordagem do conceito de equilíbrio químico estiveram presentes no episódio. Os turnos de fala que foram identificados como relevantes para o processo de construção do conceito aparecem no intervalo de 13 a 24. Neste intervalo a reversibilidade das reações e a igualdade das velocidades das reações foram utilizadas na abordagem do conceito. Houve uma maior participação dos alunos ao longo desse intervalo. Podemos observar também que a iniciação de produto ocorreu com maior frequência do que a iniciação de escolha. Esse tipo de iniciação favorece uma maior mobilização dos conhecimentos dos alunos do que esta última, e os retornos apresentados pelos alunos foram adequados ao tipo de iniciação desenvolvida por P2.

Além da abordagem cinética, P2 utilizou a termodinâmica para explicar o conceito de equilíbrio químico, como podemos ver no turno 35. Esse tipo de abordagem, segundo Sabadini e Bianchi (2007), favorece a compreensão do porquê das reações químicas ocorrerem. Outra contribuição seria que a termodinâmica possibilita prever a composição reacional e como a composição no equilíbrio será modificada quando alteradas as condições do sistema (ATKINS, 2001). No episódio 2.1 (nos turnos 35 e 37) estiveram presentes conceitos como de espontaneidade e energia livre de Gibbs. Porém, o tipo de questionamento feito por P2, não levou os alunos a refletirem sobre o assunto em questão. Nesse caso, parece-nos que as contribuições que a abordagem termodinâmica poderia trazer para a aprendizagem não foram bem exploradas pelo professor.

Outros turnos de fala importantes destacam um aspecto fundamental do conceito, a sua dinamicidade (turnos de 41 a 50):

*"agora uma característica importante do equilíbrio é que ele é o quê? equilíbrio dinâmico o que quer dizer isso? equilíbrio dinâmico..."* (P2 - turno 41)

*"ele tá sempre... sei lá... em movimento"* (A1 - turno 42)

Para que os alunos compreendam esse aspecto, P2 faz uso de uma analogia (nesse caso, equilíbrio líquido/vapor da água - turno 49) e utiliza os outros níveis do conhecimento, microscópico e macroscópico na sua explicação. É importante considerar a necessidade da articulação entre esses níveis (JOHNSTONE, 2000). O nível microscópico apresenta a particularidade de requerer uma manipulação mental do conhecimento. Isso em muitas

situações não é alcançado pelos alunos, dessa forma, o conhecimento químico é considerado por muitos, difícil. Esse nível poderia ter sido trabalhado pelo professor a partir do uso de simuladores computacionais durante a aula.

No caso do que verificamos no episódio 2.1, P2 trabalhou esse nível com os desenhos feitos no quadro (turno 43). Os desenhos são usados por P2 como uma tentativa de facilitar a percepção do conceito em nível microscópico. No entanto, esse tipo de compreensão requer grande abstração e a estratégia usada parece não ter facilitado um entendimento aprofundado do conceito de equilíbrio químico (turno 43 e 44). Tal como feito por P1, a abordagem em nível macroscópico foi feita pelo uso da linguagem simbólica, e as discussões feitas não apontam para uma ampla compreensão das convenções usadas – setas na equação química, igualdade das velocidades direta e inversa, e  $\Delta G = 0$ . Não foram usados recursos outros como experimentos, vídeos, simulações para promover articulação entre os três níveis de conhecimento.

Esses turnos (41-51) foram importantes para o processo de construção do conceito de equilíbrio químico, pois apresentam aspectos essenciais a sua compreensão. Contudo, outros tipos de iniciação diferentes da realizada, nesse caso a iniciação de processo ou de metaprocessos, poderiam ter sido desenvolvidos pelo professor, de modo a melhorar a aprendizagem dos alunos com relação ao conceito abordado.

O episódio 2.2 foi extraído do momento em que ocorreu a resolução de questões sobre o conteúdo abordado. Este é apresentado no Quadro 27 a seguir.

**Quadro 27:** Análise do episódio 2.2 - Calculando o valor de  $K_c$

1. P2: bom vou pedir pra alguém... menina <sup>3</sup> vai vir expressar o $k_c$ aqui viu... ((P2 coloca uma equação química no quadro e chama a aluna)) menina... ela não gosta de fazer não...	Dimensão social
2. A2: eu vou... mas eu não sei não	Dimensão social
3. P2: Menino? ((o aluno vai ao quadro))	Dimensão social
4. A2: eu não sei não ((no quadro coloca $k_c$ )) pronto eu só sei fazer isso... ((pede a ajuda dos colegas de sala)) concentração de SO ao quadrado ((ainda assim ele continua com dificuldade e chama outro aluno para ajudá-lo a responder o outro aluno também se dirige até o quadro))	I - Iniciação do aluno (colocando ideias no quadro)
5. Alunos: coloca concentração molar de SO ao quadrado... uma hora depois... uma hora ((mas ainda assim eles têm dificuldades começam a responder de forma errada, P2 apaga o que eles haviam feito e começa a ajudá-los... na realidade começa a dizer o que eles devem por na expressão e depois deixa eles terminarem sozinhos))	A - Avaliação do professor
6. P2: pessoal presta atenção que agora vai ter... vai ter incidência vai ser igualdade pra fazer aquela ficha... calculando $k_c$ vamos lá... ((P2 volta a escrever no quadro)) vamos botar um exemplo aqui ... “seja a reação em equilíbrio e as concentrações de $\text{NO}_2$ é igual a zero vírgula dois e a concentração de $\text{N}_2\text{O}_4$ é igual a quatro molar ...calcule o $k_c$ ” ((P2 lê a questão que acaba de copiar no quadro)) a reação é essa aqui oh... $\text{NO}_2$ gasoso... cala a boca presta atenção... $\text{N}_2\text{O}_4$ ... vamos lá? pra gente... me ajude aqui ele deu as concentrações no	Iniciação de produto - $I_p$

<sup>3</sup> Os nomes dos alunos foram substituídos por termos como *menino* e *menina*.

	equilíbrio mol por litro zero vírgula dois... quatro mol por litro... quanto é o $k_c$ ?	
7.	A2: quatro sobre	Resposta - R
8.	P2: primeira coisa é expressar o $k_c$ não é isso? vai ser como?	Iniciação de produto - Ip
9.	Alunos: concentração... concentração	Resposta - R
10.	P2: concentração... viu menino ((P2 vira-se para o aluno para chamar sua atenção e volta a por a expressão no quadro)) menino... concentração de $N_2O_4$ elevado a?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
11.	A2: a primeira	Resposta - R
12.	P2: sobre a concentração de $NO_2$ ao quadrado... substituindo os valores quanto é $N_2O_4$ ?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
13.	Alunos: quatro dividido por zero vírgula dois	Resposta - R
14.	P2: quatro... zero ... dois ao quadrado... a gente passa pra notação científica pra facilitar fica como? $k_c$ igual a quatro... quem é zero vírgula dois? dois vezes dez ao quadrado é isso?	Prosseguimento (continua questionando os alunos) - P
15.	A1: é	Resposta - R
16.	P2: vai dar quanto? quatro sobre quatro vezes dez a menos dois... quê que eu faço com o quatro?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
17.	Alunos: corta	Resposta - R
18.	P2: dez a menos dois passo pra cima e troco o sinal do expoente né isso? vai dar dez a segunda... dez a segunda se eu quiser expressar numericamente é quanto?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
19.	Alunos: cem	Resposta - R
20.	P2: cem... $k_c$ igual a?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
21.	Alunos: cem	Resposta - R
22.	P2: cem... sim professor... mas qual seria a importância de calcular o $k_c$ ? é o que a gente vai ver agora o significado do $k_c$ pra ficar calculando o número tá certo? então... a gente tem que calcular para tentar entender qual é o significado... então vamos entender... primeira coisa, o significado do $k_c$ ... pessoal agora vai ajudar naquela ficha viu presta atenção... primeira coisa a unidade... gente vamo ver aqui... vamo ver aqui... qual é a unidade da concentração? não é molar? aqui também seria molar vocês viram que eu não coloquei a unidade... vocês viram que eu não coloquei a unidade? porque a unidade do $k_c$ é ?	Avaliação - A  Iniciação de produto - Ip
23.	A1: mol por litro	Resposta - R
24.	P2: mol por litro	Prosseguimento (repete a fala do aluno) - P
25.	A1: tá vendo falei o quê?	Resposta - R
26.	P2: elevado a alguma coisa ai... um número alfa que vai depender de cada situação... então ela vai ser uma unidade que a gente diz que é variável que se faz é o seguinte como a unidade é variável você não precisa ((P2 chama a atenção dos alunos)) psiu... não precisa expressar a unidade	Prosseguimento (apresenta uma explicação para a iniciação anterior) - P
27.	A1: professor dá um exemplo ai	Resposta - R
28.	P2: presta atenção... eu ouvi a pergunta que ele fez ai... ele tá mandando eu dar um exemplo	Prosseguimento

de unidade vou pegar aquele mesmo problema... eu quero agora a unidade do $k_c$ ... isso aqui quer dizer unidade ((mostra no quadro)) vamo fazer o seguinte... vamos fazer isso não para não confundir com mol por litro... vamo lá?... o que é que eu tô fazendo ali? eu tô dividindo molar... né? quatro molar? um molar elevado ao quê? concorda? por que a que seria o quê? seria quatro molar dividido por zero vírgula dois molar ao quadrado... por favor pessoal... eu só tô usando o molar que é a unidade pra tirar a unidade $k_c$ ... daí é quanto aqui? corto... daria um sobre molar concorda? né um sobre molar? colocando molar pra cima daria o quê? daria molar menos o quê? um... por exemplo... se eu fosse ter que colocar a unidade nesse problema a unidade seria... o $k_c$ seria dado assim... o $k_c$ oh... $k_c$ igual a cem molar menos um tá vendo? mas veja outro problema a unidade não seria a mesma lembrando que molar pessoal... lembrando que molar pessoal é mol por litro... mol por litro elevado a menos um	(exemplifica a situação solicitada pelo aluno) - P
29. A1: essa é a unidade padrão né?	Resposta
30. P2: é... veja vai ser sempre em função de mol por litro... agora se é mol por litro ao quadrado... se é mol por litro a terceira... vai depender da reação foi por isso que eu disse que a unidade é o quê?	Prosseguimento (complementa a resposta do aluno)
31. A1: variável	Resposta
32. P2: como ela é variável... não... a gente não vai precisar expressar a unidade... a não ser que lhe seja cobrado a unidade... aí você vai ter que fazer isso para obter... aí você diz pra mim assim... ah a unidade vai ser sempre mol por litro a menos um? aí eu digo pra você o quê? não... nesse caso é... como ela fica variando a gente não vai expressar tá certo? nós não vamos expressar a unidade... tudo depende de quem é esse número... o quê? alfa... tudo depende de quem é alfa... nesse caso alfa deu quanto?	Prosseguimento (complementa a resposta do aluno)
33. A1 <sup>4</sup> : menos um	Resposta
34. P2: alfa deu menos um ... aqui ok? então o que vai importar pra gente é o valor numérico cem... a gente vai fazer interpretação em função do valor numérico... vamo lá... entendido sobre a unidade? por isso que a gente só expressa cem... três vezes dez elevado a quatro... setenta... zero vírgula dois	

Fonte: elaborada pela autora.

No episódio 2.2 somente o nível simbólico foi utilizado na abordagem, P2 utilizou as equações químicas na determinação da expressão da constante de equilíbrio ( $K_c$ ). Diferentemente dos outros episódios, neste há a realização de uma tarefa de aprendizagem, a resolução de questões no quadro. A partir disso, os aspectos quantitativos do conceito de equilíbrio químico foram trabalhados. O objetivo de P2, identificado neste episódio, foi que os alunos calculassem a constante de equilíbrio químico, isso foi reconhecido no turno 16.

Considerando os dados com relação aos elementos presentes na interação em sala de aula e da socialização do conhecimento, contidos respectivamente nos quadros 18 e 19, podemos afirmar que as situações de maior interação da aula ocorreram justamente no episódio 2.2 e 2.3, o último episódio a ser analisado. No episódio 2.2, inicialmente P2 chama os alunos (alguns em específico ele chama pelo nome) a participarem da tarefa proposta (resolver exercício no quadro) e com o seu auxílio esses realizam o que foi proposto. P2 não propôs a formação de grupo para a resolução de questões, esta que é a forma mais habitual de

<sup>4</sup> A1 é mesmo aluno ao longo do discurso.

organizar as atividades em sala de aula, entretanto, houve a colaboração entre os sujeitos para que o objetivo fosse atingido.

Para o processo de ensino e aprendizagem, a realização de tarefas de aprendizagem em grupos é favorável, pois a colaboração entre os sujeitos contribui com a aprendizagem dos alunos. É imprescindível que ao longo da aula o aluno tenha uma participação ativa (BORDENAVE; PEREIRA, 2012), pois as ações desenvolvidas por si mesmo são as que promovem avançar nesse processo. Portanto, há a necessidade de que tarefas de aprendizagem estejam presentes na aula, como ocorreu no episódio 2.2 a partir de uma ficha que o próprio professor elaborou.

No episódio 2.2, o tipo de abordagem comunicativa desenvolvida foi do tipo interativa/de autoridade, pois como descrito anteriormente, mais de uma pessoa contribuiu com o discurso (interativa), mas somente o ponto de vista da ciência escolar foi considerado na discussão. Isso pode ser observado já no início do episódio, nos turnos de fala 4 e 5 os alunos interagem para a realizar a tarefa proposta por P2.

Os padrões de interação presentes no discurso foram do tipo I-R-P-R-P... (exemplo, turno 22 a 28) e I-R-A (exemplo, 8 a 10). O tipo de iniciação predominante no discurso foi a iniciação de produto, sendo o retorno obtido adequado a essa iniciação. Consideramos que isso tem relação com o objetivo e o tipo de tarefa proposto. Ao longo do episódio os alunos trabalharam o aspecto quantitativo do conceito de equilíbrio químico a partir do cálculo da constante de equilíbrio ( $K_c$ ). A abordagem quantitativa parece possibilitar que os alunos aprendam como determinar os valores das constantes de equilíbrio, para posteriormente compreenderem a relação do valor da constante com a extensão das reações químicas. Portanto, o episódio 2.2 foi considerado como importante para a construção do conceito de equilíbrio.

O terceiro episódio de P2 foi extraído de dois momentos distintos e consecutivos da aula. Inicia-se durante a exposição do conteúdo e termina na segunda resolução de exercícios. O episódio 2.3 é apresentado no Quadro 28 seguinte.

**Quadro 28:** Análise do episódio 2.3 - Relação entre quociente de reação e a constante de equilíbrio

1. P2: agora o que significa $k_c$ ? são dois significados né isso? vê... primeiro significado indica se um sistema está ou não	Iniciação de produto - $I_p$
2. A2: equilíbrio ((o aluno completa a fala de P2))	Resposta - R
3. P2: em equilíbrio... quer dizer que o $k_c$ indica se tá ou não em equilíbrio? indica... acompanha visse menino... acompanha ai pessoal... na ficha tem um exemplo desse... como é que eu faço isso? eu tenho uma reação... reagente em equilíbrio com quem?	Prosseguimento (continua a iniciação anterior) - P

4. A2: o produto	Resposta - R
5. P2: com o produto... ele foi deu o valor do $k_c$ a uma dada temperatura... ele deu... foi fornecido... dado beleza? como é que eu sei se está em equilíbrio ou não? eu calculo o que eu chamo de quociente... quociente de reação... professor o que danado é quociente de reação? é a mesma expressão do $k_c$ ... que é o quociente da reação? concentração molar do produto sobre concentração molar do reagente... professor isso é o $k_c$ ... eu vou incrementar vou botar um xizinho e um ypsilonzinho... y e x ah professor isso é o $k_c$ ... não isso... é o quociente... o $k_c$ ele foi o quê? foi dado... ai você faz agora se o quociente for igual ao $k_c$ quer que eu digo sobre o equilíbrio?	Avaliação - A  Iniciação de produto - Ip
6. A1: que ele está em equilíbrio	Resposta - R
7. P2: que ele está em equilíbrio... agora se o quociente... viu menina? se o quociente for diferente do $K_c$ ele está em equilíbrio?	Avaliação - A Iniciação de escolha - Ie
8. Alunos: não	Resposta - R
9. P2: bom... diferente pode ser assim diferente... pode ser maior que o $k_c$ ou menor que o $k_c$ ... nos dois casos aqui oh... nos dois casos não está em equilíbrio... não estará aqui oh.. não estará em equilíbrio... mas você viu que toda reação... toda reação em sistema fechado e temperatura constante caminha para o equilíbrio.. nesse caso que o $q$ é maior que o $k_c$ ... é porque você tem muito produto e pouco o quê?	Prosseguimento (complementa a iniciação anterior) - P
10. Alunos: reagentes	Resposta - R
11. P2: então o produto ele tem que se transformar no reagente pra chegar no equilíbrio a reação tem que deslocar pra onde? pra esquerda porque você tem muito disso e pouco disso ((aponta no quadro)) tem que diminuir isso aqui pra ir pra esquerda e no caso contrário vai pra onde? você tem muito reagente e pouco produto... o reagente tem que se transformar no produto né isso? cadê a ficha? tem um exemplo na ficha... pega a ficha ai pra gente fazer	Avaliação - A  Iniciação de produto - Ip
12. A2: é o primeiro	Resposta - R
13. P2: primeiro é? pode dizer... vamos ver se vocês acertaram ai...	Prosseguimento - P
14. A1: bora	Resposta - R
15. P2: que que diz o primeiro diz ai pra mim?	Prosseguimento - P
16. A1: já fiz... a reação seguinte...	Resposta - R
17. A2: eu também já fiz	Resposta - R
18. P2: fizeram mesmo? compare a reação... diga a reação...	Prosseguimento - P
19. Alunos: concentração de	Resposta - R
20. P2: não... diga a reação "NO <sub>2</sub> gasoso"	Prosseguimento (leitura da questão)- P
21. Alunos: "N <sub>2</sub> O gasoso"	Resposta - R
22. P2: "O <sub>3</sub> gasoso"	Prosseguimento (leitura da questão)- P
23. Alunos: "setinhas N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> gasoso e é homogêneo"	Resposta - R
24. A2: "N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> gasoso quanto é o $k_c$ dessa reação?" ele diz que o $k_c$ é cinquenta a que temperatura? trezentos k	Resposta - R
25. P2: trezentos k ... ele dá a temperatura porque o $k_c$ depende da temperatura... mas a gente não vai fazer cálculo dele em função da temperatura certo... vamos lá? quais foram as concentrações que ele deu? concentração de N <sub>2</sub> O quanto é? dois vezes dez a menos quatro... concentração de O <sub>3</sub> ... dois vezes dez elevado a menos quatro ... concentração de N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> quanto é? dois vezes dez elevado a menos quatro também? dez a menos sete pronto vamo calcular o $k_c$ ? olha ai vamo calcular o $k_c$ ? ((P2 faz gesto com a mão dizendo que não)) $k_c$ tá aqui é cinquenta como vai calcular ele? eu vou calcular quem? agora eu chamo de quê?	Prosseguimento (continua questionando os alunos)- P
26. A2: coeficiente... quociente de reação... quociente de reação... quem é o quociente de reação ai? é a mesma expressão concentração de N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> dividido por N <sub>2</sub> O vezes O <sub>3</sub>	Resposta - R

substituindo os valores xi... diga qual a diferença de quociente e $k_c$ ?	
27. P2: não... veja a expressão é a mesma... a diferença é que $k_c$ só é igual a isso quando essas concentrações são as concentrações do equilíbrio... nesse caso eu vou testar quando eu calcular o quociente se der cinquenta é porque tá no equilíbrio... mas se não der é porque não tá... a justificativa é essa... compreendeu ou não? a expressão é a mesma... a diferença é o resultado... vamo lá quanto é $N_2O_4$ ? dois vezes dez elevado a menos sete... dois vezes dez elevado a menos quatro... vezes dois vezes dez... num tem nenhum quadrado por ai não tem? ai aqui você pode ao invés de elevar ao quadrado... sugiro simplificar... cancelem aí vai dar um vezes dez a menos sete dividido por dois vezes dez a menos quatro com menos quatro	Prosseguimento (apresenta uma resposta ao aluno)- P
28. Alunos: menos oito	Resposta - R
29. P2: menos oito ... um meio quanto é?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
30. A1: zero vírgula cinco	Resposta - R
31. P2: zero vírgula cinco vezes dez... quanto é dez elevado a menos sete sobre dez a menos oito?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
32. Alunos: dez	Resposta - R
33. P2: dez... quanto é zero vírgula cinco vezes dez?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
34. Alunos: cinco	Resposta - R
35. P2: cinco... $q$ deu igual a $k_c$ ? $q$ é igual a $k_c$ pessoal?	Avaliação - A Iniciação de escolha - Ie
36. Alunos: não	Resposta - R
37. P2: qual a resposta pra isso? que que significa isso?	Avaliação - A Iniciação de processo - Ip
38. Alunos: não está em equilíbrio	Resposta - R
39. P2: pronto tá vendo o significado... não está em equilíbrio químico... não está em equilíbrio... agora a pergunta que não quer calar essa reação tem uma seta grande pra direita ou uma seta grande para esquerda? ele tá caminhando mais rápido para um dos lados qual é o lado que ele tá indo mais rápido?	Avaliação - A Iniciação de produto - Ip
40. Alunos: direito... esquerdo...	Resposta - R
41. P2: num deu menor? se $q$ deu menor é porque tá caminhando para a direita, então aqui é assim oh ((começa a desenhar a seta e mostrar os alunos no quadro)) ou seja... eu posso concluir que a velocidade da reação direta é maior que a velocidade da reação... ela tá indo mais rápido para a direita pra poder chegar no equilíbrio $q$ tem que crescer se $q$ tem que crescer essa concentração tem que crescer concorda? e essas tem que diminuir... beleza? pessoal eu vou falar do... que hora é essa ai por favor?	

Fonte: elaborado pela autora.

No episódio 2.3, os aspectos quantitativos do conceito foram trabalhados novamente na resolução de questões e somente o nível simbólico foi utilizado durante a abordagem. Nesse caso, prevaleceu o formalismo matemático que envolve o cálculo da constante de equilíbrio, pouco do sentido dado aos parâmetros usados foi discutido. Para este episódio foi identificado que o objetivo de P2 era que os alunos reconhecessem a relação entre o quociente da reação e a constante de equilíbrio com a direção tomada pelo sistema reacional para alcançar a situação de equilíbrio químico (turno 5 a 10).

Ao longo do episódio o professor faz muitos questionamentos, mas ele mesmo apresenta a resposta para a maioria desses. Ou seja, trata-se de um questionamento apenas retórico que não necessariamente favorece a participação dos alunos. Mas apesar disto, houve

uma considerável participação dos alunos. Não houve formação de grupos para a realização da tarefa de aprendizagem (nesse caso, esta é representada pela ficha preparada pelo próprio professor e usada no episódio anterior).

O discurso produzido nesse episódio apresentou uma abordagem comunicativa do tipo interativa/de autoridade. Novamente ocorreu a participação de mais de uma pessoa, o professor e alguns dos alunos da turma, sendo expresso um único ponto de vista, o da ciência escolar. Da mesma forma que nos episódios anteriores, os padrões de interação identificados ao longo do episódio foram do tipo I-R-A (exemplo, turno 33 a 35; 37 a 39) e I-R-P-R-P... (exemplo, turno 11 a 15), sendo este último mais frequente na interação. Representando assim, a ação do professor em dar prosseguimento à interação a partir das respostas apresentadas pelos alunos durante a resolução da questão proposta durante o episódio.

No discurso desenvolvido pelos sujeitos, os turnos de fala que foram identificados como importantes para a construção do conceito de equilíbrio estiveram presentes no intervalo de 5 a 11. Nos turnos 5 e 6 a relação entre o quociente da reação e a constante de equilíbrio é abordada:

*“com o produto... ele foi deu o valor do  $k_c$  a uma dada temperatura... ele deu... foi fornecido... dado beleza? como é que eu sei se está em equilíbrio ou não? eu calculo o que eu chamo de quociente...”* “... ai você faz agora se o quociente for igual ao  $k_c$  quer que eu digo sobre o equilíbrio?...” (P2 - turno 5)

*“que ele está em equilíbrio”* (A1 - turno 6)

Nesse caso, a igualdade entre os valores do quociente de reação e a constante indica que a reação está em equilíbrio químico. Em outros trechos têm-se:

*“... nesse caso que o  $q$  é maior que o  $k_c$ ... é porque você tem muito produto e pouco o quê?”* (P2 - turno 9)

*“reagentes”* (A1 - turno 10)

*“então o produto ele tem que se transformar no reagente pra chegar no equilíbrio a reação tem que deslocar pra onde? pra esquerda porque você tem muito disso e pouco disso...”* (P2 - turno 11)

Verificamos que a intenção de P2 era que os alunos reconhecessem a direção em que a reação está sendo favorecida. No sentido dos reagentes (reagente-favorecida) ou dos produtos (produto-favorecida). Dessa forma, a determinação dessas duas grandezas (o quociente de

reação e a constante de equilíbrio) possibilita inferir sobre a situação de equilíbrio químico de um sistema reacional. Nos turnos seguintes (a partir do turno 12), ocorre a resolução da questão presente na ficha. A colaboração por parte dos alunos acontece neste instante. Um dos alunos (A1) lê a questão (turno 24), outro aluno (A2) questiona e pede que o professor explique a diferença entre a constante e o quociente de reação. Há, portanto, uma participação de mais de uma pessoa na discussão e na realização da tarefa de aprendizagem. Nessa situação outras oportunidades de construção do conceito ocorreram nos turnos seguintes (35 a 40):

*“cinco... Q deu igual a  $k_c$ ? Q é igual a  $k_c$  pessoal?”* (P2 - turno 35)

*“não”* (Alunos - turno 36)

*“qual a resposta pra isso? que que significa isso?”* (P2 - turno 37)

*“não está em equilíbrio”* (Alunos - turno 38)

*“pronto tá vendo o significado... não está em equilíbrio químico... não está em equilíbrio... agora a pergunta que não quer calar essa reação tem uma seta grande pra direita ou uma seta grande para esquerda? ele tá caminhando mais rápido para um dos lados qual é o lado que ele tá indo mais rápido?”* (P2 - turno 39)

*“direito... esquerdo...”* (Alunos - turno 40)

Aqui novamente a relação entre a constante e o quociente de reação para determinar se o equilíbrio químico foi atingido esteve presente no discurso. Neste episódio além das iniciações de escolha e produto, também foi identificada a iniciação de processo. Podemos perceber que as iniciações foram diferentes no turno 35 (... Q é igual a  $K_c$  pessoal?) e no turno seguinte 37 (...Que significa isso?) de P2. Estas representam assim, a iniciação de escolha e de processo, respectivamente. Sendo diferentes vão demandar retornos diferentes.

Para a iniciação de processo espera-se que os alunos apresentem uma opinião ou interpretação como retorno. Esse tipo de iniciação comparado à iniciação de escolha permite que o aluno reflita sobre o conteúdo abordado. Criar situações como esta é necessário para melhorar o processo de aprendizagem dos alunos. Podemos também considerar que os questionamentos realizados por P2 apresentaram uma relação direta com as questões presentes na ficha usada nos episódios 2.2 e 2.3, sendo esses utilizados para dar prosseguimento à interação a partir das respostas apresentadas pelos alunos durante a resolução da questão. Sendo assim, a dinâmica discursiva desenvolvida pelos sujeitos nos episódios foi favorável à construção do significado do conceito de equilíbrio, principalmente aquela ocorrida nos últimos episódios.

A análise das aulas dos dois professores observados permitiu identificar a estrutura dessas com relação aos elementos estruturantes da atividade. Como também, identificar o tipo de estratégia didática utilizada na abordagem do conceito de equilíbrio químico, sendo a exposição do conteúdo a estratégia predominante. Ao longo da aula, o uso dos questionamentos foi um dos aspectos mais frequentes na abordagem desses professores.

Com relação à análise da dinâmica discursiva foi possível identificar os aspectos, como a abordagem comunicativa e os padrões de interação, que estiveram presentes durante a construção do conceito de equilíbrio químico ao longo das aulas, assim determinando aqueles que favoreceram ou não a aprendizagem dos alunos. O discurso desenvolvido nessas aulas foi do tipo interativo/de autoridade. Isso se deu pelas sequências de perguntas e respostas conduzidas pelo professor, favorecendo assim, a emergência dos dois tipos de padrões de interação, as tríades e as cadeias.

O próximo tópico corresponde à análise das respostas dos alunos aos questionários. Estes foram aplicados com o objetivo de reconhecer os elementos estruturantes da atividade sob a perspectiva do aluno, assim, fazendo um comparativo com os elementos já identificados com a observação das aulas. Como também identificar o que os alunos compreenderam a respeito do conteúdo abordado.

### 3.3. ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS AOS ALUNOS

A última análise realizada foi com relação aos questionários aplicados aos alunos ao final da aula, no caso, todos os alunos das duas turmas os responderam. O objetivo desta etapa da pesquisa foi reconhecer os elementos estruturantes da atividade sob a perspectiva dos alunos que participaram das aulas e identificar o que os alunos entenderam a respeito do conteúdo abordado. As respostas dos alunos foram organizadas em quatro categorias como apresentado no Quadro 19: os motivos, os objetivos da aula, o conteúdo e as ações desenvolvidas.

A primeira categoria analisada foram os motivos. Inicialmente foi questionado aos alunos se eles se sentiram motivados a participar da aula ministrada pelo professor. As respostas dos alunos estão presentes na Tabela 2.

**Tabela 2:** Respostas dos alunos quanto à motivação (Questão 1: Com relação ao que foi realizado hoje em sala de aula, você se sentiu motivado a participar? Justifique.)

Professor	Total de alunos	Sim	Não	Mais ou menos
P1	23	91,30%	8,69%	-
P2	27	85,18%	14,81%	-

Fonte: elaborada pela autora.

Como podemos perceber mais da metade da turma dos dois professores observados descreveu estar motivada a participar da aula. Sendo a turma de P1, a que apresentou uma maior porcentagem dos alunos que afirmaram estar motivados. Isso é considerado importante para o processo de ensino e aprendizagem, mais especificamente para a aprendizagem que pode ser facilitada, pois os alunos afirmam estar motivados. Porém, durante a observação das aulas não ficou evidenciada essa motivação descrita pelos alunos, pois uma pequena parcela deles demonstrou estar motivada a participar da aula. Isso pode ser verificado, por exemplo, pelo número pequeno de alunos que demonstraram interesse em realizar a atividade no quadro (na aula de P2).

Segundo Kauark e Muniz (2011, p. 74), “uma pessoa motivada é claramente comprometida com o que faz e é capaz de dar o melhor de si, dedicando tempo e esforço na busca do novo que melhore seu desempenho e, conseqüentemente, a organização em que está inserido”. E este comprometimento decorrente da motivação é essencial para o processo de aprender, influenciando também a prática desses professores. “A motivação da aprendizagem deve levar à transformação dos objetivos de aprendizagem em motivos, de forma tal que a motivação seja premissa, componente e resultado da atividade de aprendizagem” (NÚÑEZ, 2009, p. 80). Aqui cabe ressaltar a necessidade de o professor diversificar suas aulas para que os alunos sintam-se de fato motivados a participar delas, se comprometendo assim com sua aprendizagem.

Com relação aos motivos para participar da aula, os alunos de ambos os professores deram respostas bem distintas umas das outras. As justificativas<sup>5</sup> mais frequentes para os alunos que afirmaram estar motivados à aula estão reunidas na Tabela 3, nesse caso, essas foram identificadas como os motivos dos alunos a participar da 1ª aula.

<sup>5</sup> Foram apresentadas as duas justificativas com maior frequência.

**Tabela 3:** Categoria 1: Motivos descritos pelos alunos (Questão 1: Com relação ao que foi realizado hoje em sala de aula, você se sentiu motivado a participar? Justifique.)

Professor	Motivos descritos pelos alunos quanto à participação da aula (1ª aula)
P1	“o jeito como o professor explica” (33,33%) “o conteúdo é interessante” (14,28%)
P2	“a aula foi muito interativa e dinâmica” (30,43%) “achei o conteúdo interessante” (13,04%)

Fonte: elaborada pela autora.

Considerando essas respostas dadas pelos alunos de P1, podemos perceber que eles justificam como motivos, o jeito como o professor explica o conteúdo (33,33%) e o conteúdo ser interessante (14,28%). Isso nos faz constatar a importância atribuída pelos alunos, à maneira como o professor efetua seu trabalho durante a aula e a necessidade de bem efetuá-lo. A maioria dos alunos de P1 apresentou como resposta o jeito de explicar deste como um motivo para realizar a atividade desenvolvida. O segundo motivo descrito pelos alunos foi com relação ao conteúdo, sendo este considerado interessante. Da mesma forma, 13,04% dos alunos de P2 descreveram como motivo, o conteúdo ser interessante. Porém a maioria dos alunos de P2 (30,43%) apresentou como motivo a aula realizada, sendo esta muito interativa e dinâmica. Aqui dois aspectos descritos pelos alunos podem favorecer a aprendizagem dos alunos, a interatividade e a dinâmica da aula. Se considerarmos o tipo de estratégia adotada pelo professor, ela não apresentou elementos para torná-la dinâmica como descrito nas respostas dos alunos.

É importante também considerar a necessidade de situações de interação entre os alunos durante a realização da atividade didática, pois favorecem a aprendizagem destes. Nessas situações os indivíduos podem, além de compartilhar suas experiências, se desenvolver. De acordo com a perspectiva sociohistórica, as assimilações que os sujeitos realizam durante essas situações de interação (considerando o meio social em que elas estão - a sala de aula) proporcionam o seu desenvolvimento (VIGOTSKI, 1997).

Considerando as respostas dadas pelos alunos que afirmaram não estarem motivados a participar da aula, mesmo estes representando uma menor parcela da turma de P1 (8,69%) e P2 (14,81%), foi realizada a análise dessas justificativas apresentadas por esses alunos. Pressupomos que alunos desmotivados provavelmente não alcançam os objetivos de aprendizagem. É importante salientar que sem motivos não há a realização de ações, logo a atividade não acontecerá (LEONTIEV, 1978).

Os motivos descritos para essa pequena parcela das duas turmas analisadas foram bem diversificados. Parte dos alunos de P1 afirmou não prestar atenção (50%) e a outra descreveu

que não entendeu nada da aula realizada (50%). Para parte dos alunos de P2 é realizada a mesma aula de sempre (75%), logo não estão motivados a participar da aula, enquanto que a outra parte destes afirma que não gostam da matéria (25%). Todas as respostas devem ser consideradas, pois representam aspectos importantes do processo de ensino e aprendizagem: a falta de atenção dos alunos, a falta de compreensão do conteúdo, a maior afinidade ou não com a disciplina e a mesma abordagem realizada pelos professores.

Esta última, que apresentou uma maior frequência (75%) nas respostas dos alunos nos remete ao tipo de estratégia usada na abordagem dos conceitos pelo professor. Reiterando a necessidade de inovação ou diversificação das abordagens realizadas, principalmente com relação ao conteúdo discutido nesta pesquisa. Devendo-se também levar em conta as dificuldades já apresentadas no que diz respeito ao conceito (MACHADO; ARAGÃO, 1996; CASTRO; MAGALHÃES, 2010; BROIETTI et al. 2013), sendo assim importante buscar dinamizar as estratégias a serem utilizadas durante as aulas.

A segunda categoria analisada foram os objetivos da aula. O interesse nesse caso foi analisar se os alunos reconheceram quais eram esses objetivos. A Tabela 4 reuniu as respostas <sup>6</sup>mais frequentes dadas pelos alunos.

**Tabela 4:** Categoria 2: Objetivos da aula segundo os alunos ( Questão 3: Nessa aula, o que o professor, pretendia ensinar? Ele colocou os seus objetivos para os alunos? Você conseguiu compreender qual o objetivo da aula? Quais foram eles?)

Professor	Objetivos da aula segundo os alunos (1ª aula)
P1	<i>“explicar o conteúdo”</i> (56,52%)
	<i>“não respondeu”</i> (30,43%)
P2	<i>“ensinar sobre o equilíbrio químico”</i> (48,14%)
	<i>“o significado de Kc”</i> (22,22%)

Fonte: elaborada pela autora.

Com as respostas dadas pelos alunos podemos perceber que estas se apresentam idênticas para ambas as turmas. Explicar e ensinar estão no mesmo patamar objetivo. Mais da metade dos alunos de P1 (56,52%) descreveram que o objetivo da aula foi explicar o conteúdo. Enquanto que 48,14% dos alunos de P2 responderam que ensinar sobre o equilíbrio químico era o objetivo. A análise apresentada no tópico anterior (Quadro 15, página 81), quanto ao terceiro elemento estruturante da aula com relação aos objetivos, nos mostrou que os dois professores não apresentaram os objetivos da aula para os alunos. Porém, fica notório

<sup>6</sup> Foram apresentadas as respostas que apresentaram a maior frequência.

nas respostas apresentadas acima que os alunos reconhecem que ensinar é o objetivo da aula, ou seja, a atividade de ensino foi privilegiada na prática educativa de ambos os professores segundo a perspectiva dos alunos. Isso ainda é reforçando com o que foi observado na fala de P1 em algumas situações durante a aula.

A terceira categoria de análise diz respeito ao conteúdo abordado na aula. Nesse caso buscou-se conhecer, se os alunos compreenderam o conteúdo e o que eles descreveram ter aprendido sobre este. A Tabela 5 contém as respostas que estes deram com relação à compreensão do conceito abordado durante a aula.

**Tabela 5:** Relação dos alunos que afirmaram ter compreendido o conteúdo abordado (Questão 4: O conteúdo trabalhado em sala de aula foi de fácil compreensão? Justifique.)

Professor	Total de alunos	Sim	Não	Mais ou menos
P1	23	78,26%	13,04%	-
P2	27	74,07%	25,92%	-

Fonte: elaborada pela autora.

Com o exposto na Tabela 5, percebe-se que mais da metade das duas turmas afirmaram ter compreendido o conceito abordado na aula, e isto é muito bom. Além disso, foi solicitado que os alunos descrevessem o que entenderam sobre o conteúdo abordado. Um número pequeno dos alunos das duas turmas não respondeu a essa questão. Em média, 23,67% dos alunos de P1 não responderam, em contrapartida somente 7,4% dos alunos de P2 não responderam. Na Tabela 6 estão presentes algumas das respostas apresentadas pelos alunos com relação ao que aprenderam sobre o conteúdo abordado. Os alunos foram identificados por números.

**Tabela 6:** Categoria 3: Descrição dos alunos quanto ao que aprenderam sobre o conteúdo abordado (Questão 5: Descreva resumidamente o que você entendeu do conteúdo trabalhado na aula de hoje?)

Professor	Descrição dos alunos quanto ao que aprenderam sobre o conteúdo abordado (1ª aula)
P1	<p>“equilíbrio químico é uma reação reversível que pode transformar reagente para produto e produto para reagente” (A11)</p> <p>“a química do equilíbrio trata quando o reagente se mistura com o produto e volta de novo ao normal formando um equilíbrio” (A10)</p> <p>“o equilíbrio químico é que na velocidade que vai é a mesma que volta” (A1)</p> <p>“as fórmulas de <math>K_c</math> e <math>K_p</math>, onde <math>K_c</math> é a fórmula padrão e <math>K_p</math> é usada apenas para o estado gasoso” (A12)</p>
P2	<p>“o equilíbrio químico é quando os reagentes encontram-se em um sistema fechado e atingem a concentração molar constante” (A7)</p> <p>“o produto pode voltar a ser o reagente e o reagente ao produto” (A11)</p> <p>“as reações químicas ocorrem simultaneamente nos dois sentidos...” (A6)</p> <p>“equilíbrio químico é quando um produto e um reagente entram em equilíbrio químico e encontram-se na mesma velocidade sendo ela (fechada e reversível)” (A20)</p>

<p><i>“o equilíbrio térmico acontece quando o <math>K_c = Q</math>, logo 0, para calcularmos <math>K_c...</math>”(A1)</i></p> <p><i>“entendi como analisar o elementos no gráfico” (A5)</i></p> <p><i>“o significado de <math>K_c</math>”(A2)</i></p> <p><i>“o <math>K_c</math> varia com a temperatura” (A3)</i></p>
---

Fonte: elaborada pela autora.

Nas respostas apresentadas pelos alunos de P1 apareceram descrições para o conceito de equilíbrio químico que levam em consideração a reversibilidade das reações nas respostas de A11 e A10. O aspecto cinético para descrever o conceito também apareceu na resposta dada por A1, que usa a igualdade das reações para defini-lo. O A12 descreveu ter aprendido as fórmulas para as constantes de equilíbrio e a diferença entre ambas ( $K_c$  e  $K_p$ ).

Um maior número de alunos de P2 respondeu a essa questão. Nas repostas apresentadas por estes, apareceram descrições para o conceito que levam em consideração a reversibilidade das reações nas respostas de A11 e A6. O aspecto cinético (igualdade das velocidades de reação) aparece na resposta de A20. Respostas que levam em consideração a constante de equilíbrio ( $K_c$ ), no caso de A1, A2 e A3. Outro aluno, A5, descreveu ter entendido como analisar elementos no gráfico.

Como podemos observar na Tabela 6, características do estado de equilíbrio químico apareceram nas respostas das duas turmas. A reversibilidade surge expressa nas respostas dos alunos, enquanto que a dinamicidade é subentendida nestas. O aspecto cinético também foi expresso nas respostas das turmas, porém nenhum dos alunos utilizou aspectos termodinâmicos para descrever o conceito (quando o  $\Delta G$  é igual a zero), nem mesmo os alunos de P2, o qual trabalhou o conceito de equilíbrio químico sob a perspectiva da termodinâmica. No geral, as respostas dos alunos com relação ao que compreenderam sobre o conceito abordado foram breves, não havendo respostas mais elaboradas. Provavelmente isso se relaciona como o conceito foi abordado durante as aulas.

A quarta categoria analisada nos questionários diz respeito às ações a serem desenvolvidas pelos alunos durante a abordagem do conteúdo. Foi solicitado no questionário que eles descrevessem como realizaram as ações e o que aprenderam com elas. A Tabela 7 contém as respostas deles quanto ao que foi solicitado.

**Tabela 7:** Categoria 4: Respostas dos alunos quanto às ações a serem desenvolvidas por eles (Questão 7: Durante a aula o professor solicitou que você desenvolvesse algumas ações. Descreva como você realizou essas ações e o que aprendeu com elas.)

<b>Professor</b>	<b>Respostas dos alunos quanto às ações (1ª aula)</b>
<b>P1</b>	<i>“não teve”</i> (52,17%) <i>“fazer exercícios em outra aula”</i> (4,34%) <i>“aprender a resolver algumas fórmulas que ela apresentou”</i> (4,34%)
<b>P2</b>	<i>“não fiz”</i> (25,92%) <i>“fazer exercícios no quadro”</i> (11,11%) <i>“resolução de atividades”</i> (7,4%) <i>“copiar o que estava no quadro”</i> (3,7%)

Fonte: elaborada pela autora.

Para esta categoria 52,17% dos alunos de P1 responderam que não teve ações a serem desenvolvidas por eles. Cerca de 4% dos alunos reconheceu que deveriam fazer os exercícios propostos na aula seguinte. Outros 4% da turma identificou que aprender a resolver questões seria a ação que eles deveriam desenvolver. Da turma de P1, 21,73% dos alunos não responderam a essa questão. Inicialmente podemos dizer que um número considerável de alunos desse professor reconheceu que não teve ações que eles deveriam realizar. Dessa forma, para a aula desenvolvida não foi realizada atividade de aprendizagem. Sem ações não há atividade.

No caso de P2, 25,92% dos seus alunos responderam que não fizeram nenhuma ação durante a aula. Da turma, 11,11% dos alunos afirmaram que a ação dos alunos seria resolver os exercícios no quadro e os outros 7,4%, descreveu que era resolver as atividades (tarefas). E a menor parte da turma, 3,7% identificou que deveria copiar o conteúdo colocado no quadro. As respostas destes foram mais diversificadas. Também foi um número maior de alunos que afirmaram não realizar nenhuma ação durante aula. Porém, surgiram respostas que evidenciaram ter sido realizada alguma atividade de aprendizagem. Isso pode ser confirmado com o que foi observado na abordagem de P2, que utilizou a resolução de questões em determinados momentos da aula. Considerando o processo educativo a realização de ações pelos alunos é imprescindível para a aprendizagem dos alunos. Pressupomos que se tivessem ocorrido outras situações ao longo da aula (de fato, os alunos tivessem realizado ações nesse processo), as respostas dadas a essa questão teriam sido mais acuradas.

Comparando essas respostas com os dados contidos no Quadro 15 (página 81), podemos perceber que nenhum dos alunos de P1 descreveu o desafio do ENEM como o motivo da atividade (aula), não representando o modo como o professor buscou motivá-los. Já nas respostas de alguns dos alunos de P2, aparece o conteúdo como o motivo de participar da aula, se assemelhando ao que P2 apresentou como os motivos da atividade (o próprio

conteúdo). Com relação aos objetivos da aula, os identificados pelos alunos se adequam aos analisados para estrutura da aula, que nesse caso, foi ensinar o conteúdo (para os dois professores). No que diz respeito aos conteúdos e as ações, as respostas dos alunos no geral correspondem ao que foi identificado para a estrutura da aula (Quadro 15, página 81).

A partir da análise dos questionários respondidos pelos alunos foi possível reconhecer os elementos estruturantes da atividade, sendo destacadas as respostas mais frequentes para as categorias: os motivos, os objetivos da aula, o conteúdo e as ações. Com relação à motivação, a maioria dos alunos das duas turmas afirmou estar motivada a participar da aula, apesar disso não ter sido identificado durante a observação. Para os alunos de P1, o motivo de participar da aula corresponde à maneira como o professor explica o conteúdo, enquanto que, para os alunos de P2 o motivo é a própria aula desenvolvida, que foi interativa e dinâmica.

Os alunos de ambas as turmas identificaram que ensinar o conceito de equilíbrio químico era o objetivo da aula, sendo equivalente ao que foi identificado na análise da estrutura da aula. No que diz respeito ao conteúdo, a maioria dos alunos das duas turmas, afirmaram que entenderam o significado do conceito de equilíbrio químico, sendo o aspecto cinético (igualdade das velocidades da reação direta e inversa) mais utilizado para descrever o que é o conceito. E com relação às ações (que os alunos deveriam realizar). Para as ações, mais da metade da turma de P1 afirmou que não teve. Em contrapartida, a maioria dos alunos de P2 afirmou que não fez, indicando que alguma ação eles deveriam ter realizado (resolução de questões). Isso é percebido nas outras respostas apresentadas. Desse modo, a análise da estrutura da aula realizada pelos professores pôde ser complementada. Assim, podemos perceber a importância do planejamento da aula considerando os elementos estruturantes da atividade. Quando estes são bem delimitados há boas possibilidades de que o processo educativo aconteça de maneira mais satisfatória.

Com a entrevista foi possível identificar o perfil dos dois professores. Estes têm experiência na educação básica lecionando a disciplina de química e não consideram que o conceito de equilíbrio químico é um conceito difícil de ser ensinado, apesar de todas as particularidades do conceito. Buscam motivar os alunos de forma diferenciada, P1 descreve usar o cotidiano para motivar os alunos, enquanto que P2 descreve a utilização de modelos diferenciados para motivar seus alunos. Do plano de ensino (foi disponibilizado no lugar do plano de aula) de P1 foi possível identificar principalmente, as estratégias didáticas propostas para a aula: experimentação, dramatizações, utilização de softwares interativos, entre outras. Contudo, não foi utilizada nenhuma delas. P2 não disponibilizou seu plano de aula.

Com a observação das aulas foi possível identificar a estrutura da aula (elementos estruturantes da atividade) dos dois professores e as estratégias didáticas utilizadas na abordagem do conceito de equilíbrio químico. Sendo a exposição do conteúdo, a estratégia didática utilizada predominantemente, no caso dos dois professores. Além da estrutura da aula, também foi possível identificar a classe de abordagem comunicativa e os padrões de interação que caracterizam a dinâmica discursiva desenvolvida, sendo o discurso interativo/de autoridade presente, predominantemente, nas aulas dos dois professores. E os padrões de interação presentes foram as tríades e as cadeias.

Com a análise dos questionários foi possível reconhecer os elementos estruturantes da atividade sob a perspectiva dos alunos que participaram das aulas, sendo os motivos, os objetivos, o conteúdo e as ações, identificados. Sendo assim possível fazer um comparativo com o que foi observado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de conceitos científicos é fundamental para as mais diversas áreas do conhecimento. Especificamente o conceito de equilíbrio químico que representa um conceito importante para as aulas de química, pois ele possibilita compreender uma diversidade<sup>7</sup> de reações químicas que ocorrem no nosso cotidiano e como os fatores externos podem influenciar as situações de equilíbrio de químico. Como por exemplo, o equilíbrio ácido carbônico/hidrogenocarbonato (solução tampão) que ocorre no sangue humano permitindo que nos mantenhamos vivos, pois o pH se mantém aproximadamente constante, ou a formação das estalactites e estalagmites em cavernas.

Esse conceito também representa um dos conhecimentos químicos de difícil compreensão. Isto pode ser devido a sua elevada hierarquia conceitual, pois outros conceitos químicos a ele estão relacionados, como a reversibilidade e dinamicidade das reações químicas. Um dos aspectos como a dinamicidade do equilíbrio químico muitas vezes não é compreendido pelos alunos, pois este representa um dos níveis do conhecimento - o microscópico. Por vezes este não é trabalhado nas estratégias didáticas usadas para a abordagem desse conceito, algo que poderia facilitar bastante a compreensão dos alunos.

As dificuldades apresentadas pelos alunos quanto ao conceito de equilíbrio já vem sendo retratado em pesquisas da área de ensino de ciências já há algum tempo. Uma dessas descreve que os alunos são capazes de calcular as constantes de equilíbrio, porém não compreendem o que ocorre no sistema em equilíbrio em nível atômico-molecular (nível microscópico). Pesquisas desse tipo nos motivam a buscar conhecer quais as estratégias didáticas que poderiam ser utilizadas para melhorar o processo de ensino e aprendizagem com relação a esse conceito.

Nesta pesquisa nos propusemos a analisar como as estratégias, atividades didáticas adotadas pelos professores e como a dinâmica discursiva estabelecida ao longo da aula contribuem para o processo de ensino e aprendizagem do conceito de equilíbrio químico, em duas turmas de 2º ano do ensino médio, de uma escola pública e outra particular. Inicialmente, a análise das entrevistas e do plano de ensino de P1 nos faz perceber a falta de correspondência entre o que é planejado e o que é feito durante as aulas. Mais especificamente para P1, foi observado que as estratégias didáticas propostas não foram utilizadas na prática.

---

<sup>7</sup> O Apêndice F contém diferentes temas que podem ser trabalhados o conceito de equilíbrio químico.

Essa situação nos faz entender que a elaboração do planejamento fica mais na esfera da formalidade da escola, não sendo algo que venha a ser realizado na prática. P2 não disponibilizou seu plano de aula, não permitindo que fosse realizada essa comparação do que foi planejado com o que foi realizado em sala de aula. Sendo assim, importante destacar a necessidade de buscar realizar o que é planejado para aula, isso considerando que o planejamento não é algo engessado que não possa sofrer alterações, mas algo que pode sim ser adequado ou modificado para determinadas situações.

Portanto, o professor deve ter bastante cuidado para que não deixe de planejar novas situações de aprendizagem para os seus alunos, para que as aulas não caiam na mesmice, tornando-as mais interativas e dinâmicas. Sendo oportuno destacar uma das respostas presentes no questionário (aplicados aos alunos de P2) que afirma não estar motivado a participar da aula, pois se trata da mesma aula de sempre. Isso reforça a importância de que o professor busque inovar a sua prática educativa, para que assim a aprendizagem seja algo mais interessante para os alunos. A experiência de sala de aula, por vezes pode dar ao professor certo comodismo no que se refere a essa busca, e isso pode não corresponder às necessidades dos alunos nos dias atuais. Já que esses estão inseridos numa sociedade cada dia, mais dinâmica e crítica.

Com a observação das aulas foi possível identificar a estrutura da aula (com relação aos elementos estruturantes da atividade e os aspectos da dinâmica discursiva) dos dois professores e as estratégias didáticas utilizadas na abordagem do conceito de equilíbrio químico. Com relação à estratégia didática, a exposição do conteúdo foi adotada pelos professores predominantemente, nas aulas ministradas. Considerando os níveis do conhecimento (microscópico, macroscópico e simbólico) e o conceito abordado, percebemos que a estratégia utilizada por eles não proporcionou uma boa articulação entre esses níveis, isso de certa forma não contribuiu para uma melhor aprendizagem dos alunos. Sendo o nível simbólico mais explorado por ambos.

Ao estabelecer as estratégias didáticas para as aulas de química, especialmente as que serão utilizadas para abordagem desse conceito, é necessário que o professor identifique aquelas que permitem trabalhar adequadamente esses níveis, como por exemplo, as atividades experimentais (que pode ser usada para trabalhar o nível macroscópico e simbólico) e as simulações computacionais (que pode trabalhar o nível microscópico). Comparando as estratégias didáticas identificadas nas pesquisas da área de Ensino de Ciências com a que os professores usaram, somente a analogia foi utilizada em determinado momento da aula de P2. O levantamento com relação a essas estratégias permitiu identificar a diversidade de

estratégias possíveis de serem utilizadas, sendo estas boas possibilidades de dinamizar a abordagem do conceito supracitado, favorecendo assim o processo de ensino e aprendizagem.

Com relação à análise dos elementos estruturantes da atividade (motivos, objetivos, ações e outros), constatamos a importância da motivação para o engajamento dos alunos na atividade realizada. A motivação promove um maior comprometimento com a aprendizagem, tornando os indivíduos mais ativos nesse processo. Os dois professores buscaram motivar os alunos de formas distintas. Os alunos, em sua maioria, afirmaram estar motivados a participar das aulas. Porém, isso não foi observado, pois poucos alunos demonstraram estar de fato engajados no que estava sendo realizado ao longo dessas. Fazendo um comparativo com as respostas dos questionários, podemos perceber que os motivos apresentados pelos alunos nem sempre correspondem com os motivos descritos pelos professores. Acreditamos que os motivos destes se referem à atividade de ensino desenvolvida por eles.

No processo de ensino e aprendizagem estamos considerando a aula como a atividade, sem esquecer que nesta ocorrem as atividades de ensino e as de aprendizagem, as quais poderíamos chamar de microatividades presente na macroatividade, nesse caso, a aula. Assim, com relação aos elementos estruturantes da atividade, percebemos a necessidade da articulação dessas atividades, como também das ações de ensino e aprendizagem. Considerando novamente as respostas dos questionários, uma boa parte dos alunos afirmou que não realizou ação durante a aula. Assim, podemos afirmar que a atividade de aprendizagem não foi tão privilegiada quanto a atividade de ensino. Dessa forma, entendemos que ao planejar a aula o professor pode utilizar esses elementos para melhorar o processo de ensino e aprendizagem desse conceito. Esses aspectos da Teoria da Atividade de Leontiev (elementos estruturantes da atividade) quando delimitados pelo professor na sua prática favorece uma melhor organização do que será realizado em sala de aula, assim possibilitando que os objetivos pretendidos para o processo educativo sejam alcançados. O esquema da estrutura da atividade pode ser utilizado na elaboração dessas aulas de química.

A análise da dinâmica discursiva produzida ao longo das aulas permitiu entender a relação da estratégia didática utilizada com o tipo de discurso produzido. As situações que representaram uma maior interação entre professor e alunos só foram oportunizadas pelos questionamentos e resolução de questões, realizadas durante a exposição do conteúdo, favorecendo que o discurso predominante fosse do tipo interativo/de autoridade. Os padrões de interação presentes no discurso foram do tipo tríade e de cadeia, nas duas turmas. Sendo mais frequentes as iniciações de escolha e de produto.

Consideramos que outras estratégias didáticas poderiam ter sido adotadas para melhorar o processo de construção do conceito de equilíbrio químico pelos alunos, como por exemplo, as atividades experimentais. O caráter investigativo que apresenta as atividades experimentais poderia ser utilizado para elaborar situações as quais os alunos pudessem realizar perguntas e discutir diferentes pontos de vista, além daqueles da própria ciência escolar. Proporcionando outro tipo de discurso (interativo/dialógico), como também oportunizando outras iniciações para os padrões de interação, como as de processo e metaproceto (que foram menos frequentes nas aulas). Essas proporcionam uma maior mobilização dos conhecimentos dos alunos. Isto aponta para a importância do discurso para o processo de significação de conceitos em sala de aula.

Dessa forma, é percebido que a dinâmica discursiva desenvolvida nas aulas sobre o conceito de equilíbrio químico, apresentou uma relação direta com o tipo de estratégia didática utilizada pelos professores. Com relação aos aspectos da Teoria da Atividade, mais especificamente a estrutura da atividade (no caso, a aula), foi possível reconhecer os elementos estruturantes a partir das respostas dos alunos. Sendo esses equivalentes com o que foi obtido com a observação das aulas. Aqui podemos destacar que a atividade de ensino foi mais privilegiada do que a atividade (ou tarefa) de aprendizagem, na prática desses professores. Por isso, ao planejar as atividades didáticas o professor deve estar atento a esses aspectos, identificando novas possibilidades de melhorar o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos químicos. Adotando estratégias e atividades didáticas que proporcionem uma maior participação dos alunos no processo de ensino e aprendizagem.

Como podemos perceber os dois sujeitos analisados apresentaram, praticamente, as mesmas características em suas abordagens quanto ao conceito de interesse da pesquisa. Isso nos leva a refletir e questionar alguns pontos, como por exemplo, se existe uma busca do professor em realizar algo diferente nas suas aulas? Em que extensão as pesquisas acerca do conhecimento químico influenciam a prática dos professores em sala de aula? Considerando os sujeitos pesquisados e suas respectivas aulas observadas, podemos afirmar que essas não apresentaram elementos que a diferenciassem do que é mais trivial, nesse caso, as aulas expositivas.

Portanto, podemos considerar que a aula expositiva parece se enquadrar bem em situações nas quais o professor está focado apenas no ensino dos conteúdos, sem que seja dada atenção aos modos de aprender dos alunos, pois nesse caso, a atividade de ensino foi mais privilegiada. Talvez seja essa a principal razão para que a aula expositiva seja fortemente associada a perspectivas mais tradicionais de ensino. Uma ampliação do foco do professor

para a sua ação docente e a conscientização dos alunos sobre a necessidade de ser ativo no seu processo de aprendizagem poderão contribuir para que propostas inovadoras de ensino sejam efetivamente adotadas em sala de aula.

Acreditamos que a discussão aqui apresentada permite uma reflexão sobre a temática apresentada, de modo a contribuir com a melhora do ensino dos conceitos químicos, especificamente, o conceito de equilíbrio químico. Acreditamos também, que as aulas sobre esse conceito necessitam, além de boas estratégias didáticas, de planejamentos que levem em consideração os aspectos presentes na Teoria da Atividade (a própria estrutura da atividade) para que os objetivos educacionais possam ser alcançados de modo satisfatório. No caso desta pesquisa, ela foi utilizada como instrumento para a análise da aula de dois professores, mas ela se apresenta como uma ferramenta que pode ser aplicada na elaboração das aulas e nas estratégias de ensino. Não se esquecendo da ferramenta analítica da dinâmica discursiva que também pode ser usada nessa elaboração, pois esta apresenta aspectos importantes para que o discurso produzido em sala de aula seja mais bem trabalhado na construção dos significados pelos alunos. Sendo esta uma maneira de minimizar as dificuldades com relação à aprendizagem desse conceito.

## REFERÊNCIAS

ABREU, I. D. **Instrumentos didáticos no trabalho docente: o texto narrativo como objetivo de ensino.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Centro de Letras e Artes. Programa de Pós-Graduação em Letras, Belém, 2007.

AMARAL, E.M.R.; MORTIMER, E.F. Uma metodologia para análise da dinâmica entre zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula. In: Santos, F.M.T.; Greca, I. M. (orgs.). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias.** Ijuí: Ed. Unijuí, p. 239-296, 2007.

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. **Estratégias de ensinagem.** In: Anastasiou, L. G. C.; Alves, L. P.(Orgs.). Processos de ensinagem na universidade. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 3. ed. Joinville: Univille, p. 67-100, 2004.

ANDRÉ, M. E. D. A. **Estudo de caso em Pesquisa e Avaliação Educacional.** Brasília: Líber Livro, 2005.

\_\_\_\_\_. **Etnografia da prática escolar.** 18. ed. Campinas, SP: Papirus, 2011. (Série Prática Pedagógica).

ANTUNES, C. **Jogos para a estimulação das múltiplas inteligências.** 14. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2007.

ASBAHR, F. S. F. **A pesquisa sobre a atividade pedagógica: contribuições da teoria da atividade.** REVISTA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO. Nº 29 (maio/ jun./ jul/ ago.), p. 108-118, 2005.

ATKINS, P. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente/** Peter Atkins e Loretta Jones; trad. Ignez Caracelli...[et al.]. – Porto alegre: Bookman, 2001.

ATKINS, P. W. **Físico-Química: Fundamentos.** trad. Edilson Clemente da Silva ... [et al.] – 3. ed.; Rio de Janeiro: LTC, 2001.

BAKHTIN, Mikhail. **Estética da criação verbal.** 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

BELUCE, A. C. **Estratégias de ensino e de aprendizagem e motivação em ambientes virtuais de aprendizagem.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação, Comunicação e Artes, Programa de Pós-Graduação em Educação, 2012.

BERNARDES, M. E. M. **Ensino e aprendizagem como unidade dialética na atividade pedagógica.** Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (ABRAPEE). Volume 13. Nº 2. p. 235-242, jul/dez. 2009.

BODERNAVE, D. J.; PEREIRA, A. M. **Estratégias de ensino-aprendizagem.** 32. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto (MEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs):** Ensino médio. Brasília: MEC/SEF, 2000.

BROIETTI, F. C. D.; PASSOS, M. M.; FILHO, O. S.; SOUZA, J. N. **Alguns significados da expressão deslocar o equilíbrio em formandos do curso de Licenciatura em Química.** Revista: ENSAIO. Volume 15. Nº 3. p. 217-233, set.- dez. 2013.

CANÇADO, M. **Um estudo sobre a pesquisa etnográfica em sala de aula.** Trab. Ling. Apl., Campinas, Volume 23, p. 55-69, jan.- jun. 1994.

CANDIOTTO, C.; CLEVERSON, L. B.; KLEBER, B. B. C. **Fundamentos da pesquisa científica:** teoria e prática. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

CARNEIRO, M. H. S.; SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. **Livro didático inovador e professores:** uma tensão a ser vencida. REVISTA: ENSAIO: Pesquisa em educação em ciências. Volume 7. Nº 2. DEZEMBRO, 2005.

CAROBIN, C.; SERRANO, A. **Uma revisão das concepções alternativas em equilíbrio químico dentro do enfoque dos diferentes níveis de representação.** REVISTA: Acta Scientiae: Canoas. Volume 9. Nº 2, p.131-143, jul - dez, 2007.

CASTRO, D.L.; MAGALHÃES, V.H.P. **Equilíbrio Químico na visão de alunos e professores do ensino médio de uma escola no Rio de Janeiro.** 8º simpósio brasileiro de educação química. Natal/RN, 2010.

CORDEIRO, J. **Didática.** 1. ed. 1ª reimp. São Paulo: Contexto, 2007.

CUNHA, M. B. **Jogos no ensino de química:** considerações teóricas para a utilização em sala de aula. Revista: QUÍMICA NOVA NA ESCOLA Volume: 34, Nº 2, p. 92-98, MAIO 2012.

DAMIANI, M. F. **A teoria da atividade como ferramenta para entender o desempenho de duas escolas de ensino fundamental.** In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 29. Caxambu, 2006. Anais... Caxambu, 2006. p. 1-15. CD-ROM.

DANIELS, H. **Vygotsky em foco:** Pressupostos e desdobramentos. Harry Daniels (org.); tradução: Mônica Saddy Martins, Elisabeth Jafet Cestari. 5ª. ed. Campinas, SP: Papirus, 1994.

DAVIS, C.; SILVA, M. A. S.; ESPÓSITO, Y. **O papel e o valor das interações sociais em sala de aula.** Revista: Caderno de Pesquisa. São Paulo. Nº 71. p. 49-54. NOVEMBRO, 1989.

DUARTE, N. **A teoria da atividade como uma abordagem para a pesquisa em educação.** REVISTA PERSPECTIVA. Florianópolis. V. 20, N. 02, p.279-301, jul./dez. 2002.

FILHO, J. R. F. **Utilização de diferentes estratégias de ensino a partir de situação de estudo.** Revista: REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Volume 3. Nº 2. mai.-ago. 2010.

FONSECA, M. R. M. **Completamente Química:** físico-química. São Paulo: FTD. 2001.

FREITAS, O. **Equipamentos e materiais didáticos.** Brasília: Universidade de Brasília, 2007.

GALLIMORE, R.; THARP, R. O pensamento educativo na sociedade: ensino, escolarização e discurso escrito. In: MOLL, L. C. *Vigotski e a educação: implicações pedagógicas da psicologia socio-histórica*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GARRITZ, A.; RAVIOLO, A. **Analogias no ensino de equilíbrio químico**. Revista: QUÍMICA NOVA NA ESCOLA Nº 27, FEVEREIRO 2008.

GOMES, J. N.; RECENA, M.C. P. **Concepções sobre Equilíbrio Químico de alunos ingressantes no curso de Química – Licenciatura da UFMS**. In.: *XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ) UFPR - 2008. Curitiba/PR*.

GUIMARÃES, C.C. **Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa**. Revista: QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, Volume. 31, Nº 3, AGOSTO 2009.

GRZESIUK, D. F. **O uso da informática na sala de aula como ferramenta de auxílio no processo ensino-aprendizagem**. Monografia (Especialização em educação e métodos e técnicas de ensino) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós Graduação em Métodos e Técnicas de Ensino, 2008.

HERNANDO, M.; FURIÓ, C.; HERNÁNDEZ, J.; CALATAYUD, M. L. **Comprensión del equilibrio químico y dificultades en su aprendizaje**. Revista: ELECTRÓNICA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. Número extra. p. 111-118, 2003.

JOHNSTONE, A. **Teaching of chemistry: logical or psychological?** Revista CHEMISTRY EDUCATION: RESEARCH AND PRACTICE IN EUROPE. Volume 1. Nº 1, p. 9-15, 2000.

JÚNIOR, J. G. T.; SILVA, R. M. G. **Investigando a temática sobre equilíbrio químico na formação inicial docente**. Revista: ELECTRÓNICA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. V.8, N. 2, 2009.

KAUARK, F.; MUNIZ, I. **Motivação no ensino e na aprendizagem: competências e criatividade na prática pedagógica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Wark Ed. 2011.

KISHIMOTO, T. M. **O Jogo e a educação infantil**. São Paulo: Cengage Learning, 1994.

KOTZ, J. C. **Química Geral e reações químicas**. Tradução técnica: Flávio Maron Vichi. – São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

LEONTIEV, A. N. **Actividad, Consciencia y Personalidad**. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1978.

LEONTIEV, A. N.; VIGOTSKI, L. S.; LURIA, A. R. **Psicologia e Pedagogia: Bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento**. 1. ed. Editora Moraes. 1991.

LIBÂNEO, J. C. **A aprendizagem escolar e a formação de professores na perspectiva da psicologia histórico-cultural e da teoria da atividade**. Revista: EDUCAR EM REVISTA, Editora: UFPR. Nº 24, p. 113-147, 2004.

\_\_\_\_\_. **A didática e aprendizagem do pensar e do aprender:** a Teoria Histórico-cultural da Atividade e a contribuição de Vasili Davydoov. Revista: Brasileira de Educação. Nº 27, set/out/nov/dez, 2004.

LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JÚNIOR, O.; DE CARO, C. M. **A formação de conceitos científicos:** reflexões a partir da produção de livros didáticos. Revista: CIÊNCIA E EDUCAÇÃO. V.17. Nº 4, p. 855-871, 2011.

MACHADO, A. H.; ARAGÃO, R. M. R. **Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico.** Revista: QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, Nº 4, NOVEMBRO 1996.

MAHAN, B. M.; MYERS, R. J. **Química:** um curso universitário. Tradutores: Koiti Araki, Denise de Oliveira, Flávio Massao Matsumoto. 4ª ed. 6ª reimp. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

MAIA, D. J.; CANELA, M. C.; GAZOTTI, W. A.; SIQUEIRA, A. E. **Chuva ácida: um experimento para introduzir conceitos de equilíbrio e acidez no ensino médio.** Revista: QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, Nº 21, MAIO 2005.

MAIA, P. L. **O abc da metodologia:** Métodos e técnicas para elaborar trabalhos científicos (ABNT). 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Liv. e Ed. Universitária de Direito, 2008.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica.** 5. ed. 4. reimpr. São Paulo: Atlas, 2010.

\_\_\_\_\_. **Técnicas de pesquisa:** planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 7. ed. 2. reimpr. São Paulo, 2009.

MEDEIROS, M. A. **Simulações, Vídeos e Animações:** Contribuições da Web para o Ensino de Química. In.: *XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ) UFPR - 2008. Curitiba/PR.*

MEHAN, H. **Learning lessons:** social organization in the classroom. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1979.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. **Atividade discursiva nas salas de aula de ciências:** uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. REVISTA INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS. Volume 7, Nº 3, p. 283-306, 2002.

MOLL, L. C. **Vygotski e a educação:** implicações pedagógicas da psicologia socio-histórica. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

NININ, M.O.G. **A atividade de observação nas práticas de orientação a professores: uma perspectiva crítica.** Revista: D.E.L.T.A. Volume 25. Nº 2, p. 347-400, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/delta/v25n2/a06v25n2.pdf> . Acesso: marc. 2013.

NÚÑEZ, I. B. **Vygotsky, Leontiev e Galperin:** formação de conceitos e princípios didáticos. Brasília: Liber Livro, 2009.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky Aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico.** São Paulo, SP: Editora Scipione, 1995.

ORLANDI, C. C.; CAMARGO, M.; NETO, A. S. A. **Avaliação e aplicação de simulação computacional no ensino de equilíbrio químico.** Revista: ACTA SCIENTIAE. Volume 8. Nº1. jan.-jun. 2006.

PARDO, J. Q. **Aproximación a los orígenes del concepto de equilibrio químico:** algunas implicaciones didácticas. Revista: EDUCACIÓN QUÍMICA. Volume 13. Nº 2, p.101-112, ABRIL, 2002.

PARDO, J. Q.; SANJOSE, L. V. **Errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico:** nuevas aportaciones relacionadas con la incorrecta aplicación del principio de Le Chatelier. Revista: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. Volume 1. Nº13. p. 72-80, 1995. Disponível em: <<http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v13n1p72.pdf>>. Acesso: abr. 2013.

PRETI, D. (Org.) **Oralidade em textos escritos.** Projetos Paralelos - NURC/SP. Núcleo USP. Humanitas: SP, 2009. Disponível em: <[http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/236507/mod\\_resource/content/2/Entre%20o%20oral%20e%20o%20escrito%20-%20A%20transcri%C3%A7%C3%A3o%20de%20grava%C3%A7%C3%B5es](http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/236507/mod_resource/content/2/Entre%20o%20oral%20e%20o%20escrito%20-%20A%20transcri%C3%A7%C3%A3o%20de%20grava%C3%A7%C3%B5es)>. Acesso: abr. 2015.

PUNTES, R. V.; LONGAREZI, A. M. **Escola e Didática Desenvolvimental:** Seu campo conceitual na tradição da Teoria Histórico-Cultural. Revista: EDUCAÇÃO EM REVISTA. Volume 29. Nº 1, p. 247-271, MARÇO, 2013.

RANGEL, M. **Métodos de ensino para a aprendizagem e a dinamização das aulas.** 6. ed. Campinas, SP: Papyrus, 2010. (Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico).

RAVIOLO, A. **Implicaciones didácticas de un estudio histórico sobre el concepto equilibrio químico.** Revista: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, Volume 25. Nº 3, p. 415-422, 2007.

RAVIOLO, A.; BAUMGARTNER, E.; LASTRES, L.; TORRES, N. **Logros y dificultades de alumnos universitarios en equilibrio químico:** uso de un test con proposiciones. Revista: EDUCACIÓN QUÍMICA. Volume 12. Nº 1, p. 18-26, JANEIRO, 2001.

RAVIOLO, A.; GARRITZ, A. **Analogias no ensino de equilíbrio químico.** Revista Química Nova na Escola. N. 27, fev. 2008.

REGO, T. C. **Vigotski:** uma perspectiva histórico-cultural da educação. 8ª. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1999.

RUIZ, J. A. **Metodologia científica:** Guia para eficiência nos estudos. 6. ed. 2. reimpr. São Paulo: Atlas, 2008.

SABADINI, E.; BIANCHI, J. C. A. **Ensino do conceito de equilíbrio químico:** uma breve reflexão. Revista: QUÍMICA NOVA NA ESCOLA. Nº 25, MAIO, 2007.

SANT'ANNA, I. M.; MENEGOLLA, M. **Didática: Aprender a ensinar**. Técnicas e reflexões pedagógicas para formação de formadores. 9. ed. São Paulo, SP: Editora Loyola, 2011.

SANTOS, A. R. **Metodologia Científica: a construção do conhecimento**. 7. ed. Revisada conforme NBR 14724:2005. Rio de Janeiro, RJ: Lamparina, 2007.

SANTOS, R. V. **Abordagens do processo de ensino e aprendizagem**. Revista: INTEGRAÇÃO. Ano XI. Nº 40, p. 19-32. jan/fev/mar. 2005. Disponível em: <[http://www.campusbreves.ufpa.br/ARQUIVOS/FACLETRAS/SANDRAJOB/abordagens\\_processo\\_ensinoaprendizagem.pdf](http://www.campusbreves.ufpa.br/ARQUIVOS/FACLETRAS/SANDRAJOB/abordagens_processo_ensinoaprendizagem.pdf)> Acesso em: 02 mar.2013.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. rev. e atualizada. São Paulo: Cortez, 2007.

SIGANSKI, B. P.; FRISON, M. D.; BOFF, E.T. O. **O Livro didático e o ensino de ciências**. In.: *XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ) UFPR - 2008. Curitiba/PR.*

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005. 138p. Disponível em: <[http://www.tecnologiadeprojetos.com.br/banco\\_objetos/%7B7AF9C03E-C286-470C-9C07-EA067CECB16D%7D\\_Metodologia%20da%20Pesquisa%20e%20da%20Disserta%C3%A7%C3%A3o%20UFSC%202005.pdf](http://www.tecnologiadeprojetos.com.br/banco_objetos/%7B7AF9C03E-C286-470C-9C07-EA067CECB16D%7D_Metodologia%20da%20Pesquisa%20e%20da%20Disserta%C3%A7%C3%A3o%20UFSC%202005.pdf)> Acesso em: 02 mar. 2013.

SOARES, M. H. F. B. **Jogos e atividades lúdicas para o ensino da química**. Goiânia, GO: Kelps, 2013.

SOUZA, K. A. F. D.; CARDOSO, A. A. **Aspectos macro e microscópicos do conceito de equilíbrio químico e de sua abordagem em sala de aula**. Revista: QUÍMICA NOVA NA ESCOLA. Nº 27, FEVEREIRO, 2008.

SOUZA, V. M. F.; SASSERON, L. H. **As interações discursivas no ensino de física: a promoção da discussão pelo professor e a alfabetização científica dos alunos**. REVISTA CIÊNCIA E EDUCAÇÃO, V. 18, Nº. 3, p. 593-611, 2012.

UEHARA, F. M. G. **Refletindo dificuldades de aprendizagem de alunos do ensino médio no estudo do equilíbrio químico**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, 2005. Disponível em: <[http://www.ppgecnm.ccet.ufrn.br/publicacoes/publicacao\\_46.pdf](http://www.ppgecnm.ccet.ufrn.br/publicacoes/publicacao_46.pdf)> Acesso: mar. 2013.

UHMANN, R. I. M.; ZANON, L. B. **Diversificação de estratégias de Ensino de Ciências na reconstrução dialógica da ação/reflexão docente**. Revista: ENSAIO. Volume 15. Nº 3, p. 163-179. set.-dez. 2013.

VENÂNCIO, S.; FREIRE, J.B. (Orgs.). **O jogo dentro e fora da escola**. Campinas, SP: Autores Associados, apoio: Faculdade de Educação Física da UNICAMP, 2005.

VYGOTSKY, L. **Pensamento e linguagem**. 3.ed. São Paulo: M. Fontes, 1991.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. **Cotidiano e contextualização no ensino de química.** Revista Química Nova na Escola. V. 35, n.2, 2013, p. 84-91.

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Reimp. 2010. Tradutor: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

## APÊNDICE

### Apêndice A: Termo de consentimento

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
PESQUISA EM EDUCAÇÃO

#### TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE FILMAGEM E PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA

Autorizo a minha participação nas gravações de vídeo da mestrande Joseane da C. S. da Silva para a pesquisa cujo título é: “UMA ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PROPOSTAS PARA O ENSINO DO CONCEITO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO”. Os objetivos da pesquisa e necessidade das gravações das aulas que participo junto com meus colegas de classe e o professor foram esclarecidos.

Dessa forma esta AUTORIZAÇÃO foi concedida mediante compromisso da pesquisadora acima citada em garantir-me os seguintes direitos:

1. Poderei ler a transcrição de minha gravação;
2. Os dados coletados serão usados exclusivamente para gerar informações para pesquisa aqui relatada e outras publicações dela decorrentes, quais sejam: revistas científicas, congressos e jornais;
3. Minha identificação não será revelada em nenhuma das vias de publicação das informações geradas;
4. Qualquer outra forma de utilização dessas informações somente poderá ser feita mediante minha autorização;

## Apêndice B: Formulário de Entrevista

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
PESQUISA EM EDUCAÇÃO – Formulário de entrevista

1. Você já tem quanto tempo de experiência em sala de aula?
2. Dentre os diversos conteúdos de físico-química, o conteúdo “equilíbrio químico” é bastante exigido nos vestibulares. O que você entende por equilíbrio químico?
3. Você se lembra de ter visto esse conteúdo durante a graduação?
4. Trabalhos como os de Machado e Aragão (1996), Castro e Magalhães (2010), Hernando et al. (2003), Uehara (2005), Pardo e San José (1995), Maia et al. (2005), entre outros retratam sobre as dificuldades apresentadas por alunos quanto à aprendizagem desse conceito. Por exemplo: “os alunos não compreendem bem a ideia de que as concentrações das espécies presentes no equilíbrio permanecem constantes” (MAIA et al., 2005); “muitos alunos são capazes de calcular as constantes de equilíbrio, porém não compreendem o que ocorre no sistema em equilíbrio em nível atômico-molecular, outros até trazem a ideia de que a reação não acontece mais” (MACHADO; ARAGÃO, 1996). Além do ensino médio, essas dificuldades ainda aparecem no ensino superior (BROIETTI et al, 2013). Você considera que esse conteúdo é de difícil compreensão? Por quê?
5. Considera um conteúdo difícil de ser ensinado? Por quê?
6. Considerando que os alunos podem apresentar essas dificuldades já retratadas em algumas pesquisas, qual seria a metodologia mais adequada que você usaria para motivá-los a aprender?
7. Sobre o plano de aula elaborado para trabalhar o conceito de equilíbrio químico. Fale um pouco sobre o que você planejou (objetivos, ações, atividades, estratégias didáticas...).

## Apêndice C: Roteiro de observação de aula

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
PESQUISA EM EDUCAÇÃO – Roteiro de Observação de aula

### DADOS DE IDENTIFICAÇÃO:

PROFESSOR:

TURMA: 2º ANO/ ESCOLA:

HORÁRIO:

QUANTIDADE DE AULAS/SEMANAIS:

HORAS TOTAIS OBSERVADAS:

ALUNOS POR TURMA:

1. Objetivos da observação da aula:
  - Identificar quais estratégias didáticas o professor utiliza durante a abordagem do conceito de equilíbrio químico.
  - Reconhecer os elementos estruturantes da Atividade (Teoria da Atividade/Leontiev) presentes nessas estratégias didáticas.
  - Perceber se o professor faz uso de estratégias propostas em pesquisas da área de ensino de Ciências.
  
2. Elementos estruturantes da Atividade (NÚÑEZ, 2009):
  - a) Motivo/interesse
  - b) Objeto/conteúdo objetal
  - c) Objetivos
  - d) Ações/operações
  - e) Produto/resultados esperados
  
3. Questionamentos para observação da aula (NININ, 2009):
  - a) Quanto à condução da aula:
    - Como o professor inicia a aula? (Problematiza? Usa o cotidiano do aluno? Os conhecimentos prévios são valorizados? Outros?)\*
    - O professor explicita para o aluno o objeto da aula/atividade?\*
    - Procedimentos\* do professor em relação à condução das tarefas/estratégias desenvolvidas;
    - Maneira como o professor questiona os alunos;
    - Maneira como o professor responde às dúvidas dos alunos;
    - Tipo de tratamento que o professor dá aos erros dos alunos;
    - Exposição das tarefas pelo professor aos alunos;
    - Apresentação dos objetivos\* das tarefas aos alunos;
    - Maneira como as diferentes partes da aula se relacionam;
    - Maneira como o professor “fecha”\* o assunto tratado, ao final da aula;
    - Quais os recursos didáticos usados para o desenvolvimento da atividade?\*
    - Os resultados obtidos foram esperados pelo professor?\*

- Os recursos são utilizados de forma adequada? \*
  - Os recursos ou instrumentos didáticos são adequados à proposta da aula?\*
  - Os recursos ou instrumentos didáticos são apropriados a para a faixa etária o nível cognitivo da turma?\*
  - Os recursos são motivadores\* e enriquecem o desenvolvimento da aula?
- b) Em relação às interações em sala de aula:
- Como os alunos interagem com o professor e entre si?
  - Como o professor procura manter o interesse\* dos alunos?
  - Como o professor cria zonas de conflito para que os alunos interajam uns com os outros?\*
  - Como o professor medeia as situações de negociação entre os alunos?
  - Como o professor dá consideração à voz dos alunos?
- c) Em relação à socialização do conhecimento:
- As atividades propostas são individuais ou em grupos?\*
  - Critérios utilizados para formação de grupos;
  - Como o professor expõe as tarefas para os grupos?
  - Como o resultado de tarefas em grupo é compartilhado?
  - Como propostas dos alunos são discutidas pelo professor com a classe?
  - Como são resolvidas situações de impasse em relação ao conteúdo trabalhado?
  - Identificação do modelo de ensino\*

\*pontos elaborados pela autora.

**Apêndice D:** Questionário aplicado aos alunos

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS  
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
PESQUISA EM EDUCAÇÃO – Questionário

1. Com relação ao que foi realizado hoje em sala de aula você se sentiu motivado a participar?  
Sim ( ) Não ( )  
Justifique:
  
2. O que você achou mais interessante na aula hoje? Por quê?
  
3. Nessa aula, o que o professor pretendia ensinar? Ele colocou os seus objetivos para os alunos? Você conseguiu compreender qual o objetivo da aula? Quais foram eles?
  
4. O conteúdo trabalhado em sala de aula foi de fácil compreensão?  
Sim ( ) Não ( )  
Justifique:
  
5. Descreva resumidamente o que você entendeu do conteúdo trabalhado na aula de hoje?
  
6. Quais tarefas você achou mais interessante na aula? Por quê?
  
7. Durante a aula o professor solicitou que você desenvolvesse algumas ações. Descreva como você realizou essas ações e o que aprendeu com elas.

**Apêndice E:** Fluxograma dos conceitos relacionados ao conceito de equilíbrio químico



**Apêndice F:** Temas que podem ser trabalhados associados ao conceito de equilíbrio químico

