

Um estudo sobre a emergência das zonas do Perfil Conceitual para Equilíbrio no ensino de Equilíbrio Químico

A study on the emergence of the zones of the Conceptual Profile for Equilibrium in the teaching of Chemical Equilibrium

Thaís Aparecida Menezes de Oliveira

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
thaisamo83@gmail.com

Mauricio Bruno da Silva Costa

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
mbruno5@hotmail.com

Bruno Ferreira dos Santos

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
bf-santos@uesb.edu.br

Resumo

O ensino e aprendizagem de Equilíbrio Químico (EQ) são considerados desafiadores para a maioria dos professores e estudantes, em parte devido à exigência da aquisição de outros conteúdos que são requisitos para sua aprendizagem, como reações químicas, estequiometria, cinética e termodinâmica. Este artigo aborda o Perfil Conceitual para Equilíbrio e suas relações com o ensino de EQ. Seu objetivo é o estudo da emergência das zonas propostas para a noção de equilíbrio nas interações discursivas das aulas sobre EQ. Para isso, realizou-se uma investigação em cursos de Química de três instituições de ensino, registrando-se aulas sobre EQ nas disciplinas Química Geral e Físico-Química. Por meio da análise, constatamos a emergência das quatro zonas desse perfil (intuitiva, estática, cinética e energética). Espera-se, com essa pesquisa, contribuir para o ensino e aprendizagem de EQ, pois este perfil reúne ideias necessárias para o aprendiz interpretar o equilíbrio químico.

Palavras chave: perfil conceitual, equilíbrio, equilíbrio químico.

Abstract

The teaching and learning of Chemical Equilibrium (CE) are considered challenging, in part due to the requirement of acquiring other contents that are a requirement for its learning, such as chemical reactions, stoichiometry, kinetics, and thermodynamics. This paper addresses the Conceptual Profile for Equilibrium and its relations to the teaching of CE. Its aim is to study

the emergence of the proposed zones for the notion of equilibrium in the discursive interactions of classes on CE. For this, an investigation was carried out in chemistry courses from three educational institutions, registering classes about CE in the disciplines General Chemistry and Physical Chemistry. Through analysis, we found the emergence of the four zones of this profile (intuitive, static, kinetic and energetic). It is hoped, with this research, to contribute to the teaching and learning of CE, since this profile brings together ideas necessary for the learner to interpret chemical equilibrium.

Key words: conceptual profile, equilibrium, chemical equilibrium.

Introdução

O caráter abstrato dos conceitos científicos e sua complexidade são aspectos que podem dificultar a compreensão e a aprendizagem das ciências, especialmente devido à polissemia de muitos termos científicos (QUÍLEZ-PARDO, 2016). Essa polissemia manifesta-se quando se atribuem significados cotidianos aos conceitos, que são desse modo empregados na linguagem natural como, por exemplo, os conceitos de massa, força, trabalho, equilíbrio, entre outros.

Para Lombardi e Caballero (2007), as características da linguagem utilizada pelos indivíduos dependem da comunidade discursiva em que estão inseridos e da natureza do seu conteúdo e, no caso especial das Ciências Naturais, esta possui sua linguagem própria. Essa linguagem é adquirida principalmente durante os processos de ensino e aprendizagem, por meio da leitura, da escrita e da prática da oralidade nas atividades escolares, e assim os significados científicos podem ser adquiridos por meio das interações discursivas que se desenvolvem em torno a essas atividades (CANDELA, 2020). No caso particular da linguagem química, temos o exemplo do uso da palavra Equilíbrio no conteúdo de Equilíbrio Químico (EQ), palavra que apresenta polissemia sendo utilizada na linguagem natural e em outros campos do conhecimento.

O processo do ensino e aprendizagem desse conteúdo é considerado difícil para a maioria dos professores e estudantes (MESSEDER NETO; MORADILLO, 2017; ÖZMEN, 2008), devido especialmente à exigência da compreensão de outros conteúdos que servem de requisito para a aprendizagem de EQ, como reações químicas, estequiometria, cinética e termodinâmica (SILVA; AMARAL, 2017; QUÍLEZ-PARDO; SANJOSÉ-LÓPEZ, 1995).

De uma forma resumida, podemos assumir que em um sistema químico submetido a uma transformação reversível, o estado de equilíbrio é atingido quando não há alterações visíveis no sistema (MORTIMER; MACHADO, 2016), mas a atividade no nível atômico-molecular permanece devido à conversão dos reagentes em produtos e vice-versa (CHANG, 2013). O EQ pode ser interpretado a partir dos critérios cinéticos, que consideram a igualdade entre as velocidades das reações diretas e inversas envolvidas no estado de EQ de uma transformação reversível (CHANG, 2013), mas são os *critérios termodinâmicos* por meio da energia livre de Gibbs, entropia e potencial químico que explicam a visão cinética e interpretam a constante de equilíbrio (PILLA, 2010).

Outra dificuldade considerada para a compreensão deste conteúdo segundo Júnior e Silva (2009) e Machado e Aragão (1996) ocorre quando, no seu ensino, os aspectos quantitativos são mais explorados que os qualitativos, o que pode gerar um déficit no seu aprendizado conceitual, pois o alunado pode adquirir competência para resolver problemas quantitativos do tipo algoritmo, de modo automatizado, sem adquirir o domínio da interpretação conceitual do estado de equilíbrio. Segundo Lima e Cunha (2020), o enfoque do ensino de EQ no nível de

conhecimento simbólico (símbolos, equações, coeficientes e números) pode contribuir para a aquisição de ideias equivocadas sobre esse conceito.

Neste âmbito, Quílez-Pardo e Sanjosé-López (1995) apresentam os seguintes erros conceituais que impedem a compreensão deste conceito: EQ é uma condição estática; igualdade entre as concentrações dos reagentes e produtos; da fragmentação do equilíbrio, por meio do pensamento de que os reagentes e produtos estão em compartimentos separados; e o uso automatizado do princípio de Le Chatelier para prever o comportamento do sistema após este sofrer uma perturbação (QUÍLEZ-PARDO; SANJOSÉ-LÓPEZ, 1995).

A partir dessas e outras compreensões sobre as dificuldades no ensino e aprendizagem de EQ, Machado e Aragão (1996) orientam aos professores que esclareçam aos seus aprendizes as ideias de igualdade das velocidades, reversibilidade, coexistência de reagentes e produtos em um mesmo recipiente e do dinamismo da reação durante sua explanação sobre o EQ, de forma a tornar possível o entendimento sobre este estado particular de uma transformação química.

Como contribuição para o entendimento dos processos de ensino e aprendizagem na educação em ciências, Eduardo Mortimer propôs a teoria do Perfil Conceitual (PC) como subsídio à investigação sobre a aprendizagem conceitual, a partir de diversas bases teóricas, a saber: (a) a defesa da ideia que um conceito pode possuir diferentes modos de pensar, inspirada inicialmente na noção de *Perfil Epistemológico* de Bachelard, e que foi denominada por Mortimer de Perfil Conceitual, constituído por diferentes zonas; (b) a noção de *heterogeneidade* do pensamento, a partir de Tulviste e Wertsch; (c) a *teoria sociocultural* de Vygotsky, especialmente sua discussão sobre sentido e significado de uma palavra; e (d) a noção de *gênero do discurso* em Bakhtin (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Propõem-se que os perfis conceituais podem auxiliar ao ensino das ciências frente às dificuldades referentes à polissemia dos conceitos científicos e à heterogeneidade de pensamentos que um indivíduo pode apresentar sobre um mesmo conceito, pois, segundo Mortimer *et al.* (2011), a aprendizagem conceitual consiste no entrelaçamento de dois processos, um cognitivo e outro metacognitivo. No cognitivo, novas zonas são adquiridas, enriquecendo-se o perfil conceitual do indivíduo, e no metacognitivo, o indivíduo torna-se consciente da utilização do modo de pensar mais apropriado para um determinado contexto social.

Um PC é constituído por zonas que representam diferentes modos de pensar e diferentes pesos em cada indivíduo, pois sua aquisição é fruto das suas experiências pessoais (MORTIMER, 2000). Desse modo, aprendizes pertencentes a uma mesma cultura podem apresentar as mesmas zonas para um perfil, contudo a sua emergência é distinta entre elas devido às experiências prévias particulares que cada um vivenciou. Quando o indivíduo não possui um determinado modo de pensar, isto é, não apresentar determinada zona de um PC, ele pode ser capaz de adquiri-la por meio das inteirações socioculturais que ocorrem, por exemplo, em uma sala de aula (MORTIMER e EL-HANI, 2014).

A noção de equilíbrio foi perfilada por Costa (2019), que também investigou as relações entre as zonas do PC e o ensino e aprendizagem de EQ (COSTA; SANTOS, 2022). Na construção do PC para Equilíbrio, foram identificadas as zonas por meio de uma investigação que incluiu os domínios sociocultural, ontogenético e microgenético (MORTIMER e EL-HANI, 2014).

A presente pesquisa é parte de uma dissertação de mestrado que se encontra em andamento, e tem como objetivo principal investigar a emergência das zonas propostas para o Perfil Conceitual de Equilíbrio em interações discursivas no ensino do conteúdo Equilíbrio Químico no Ensino Superior.

Portanto, essa pesquisa almeja ser uma contribuição para estudos e práticas relacionadas com o desenvolvimento do ensino e aprendizagem dos conceitos químicos. Este artigo inicialmente apresentará o PC de Equilíbrio e a proposta para seu uso no ensino de EQ; posteriormente, na sua metodologia, as informações acerca da coleta e da análise dos dados e, na sua discussão, a identificação das categorias e zonas propostas por Costa (2019) em exemplos das interações discursivas registradas, e, por fim, algumas considerações sobre a pesquisa.

O Perfil Conceitual de Equilíbrio

Costa e Santos (2022) propuseram quatro zonas para o perfil de Equilíbrio (Quadro 1). A zona *intuitiva* refere-se à experiência do dia a dia e relaciona-se com as noções de igualdade e estabilidade, por exemplo, com a ideia de equilíbrio observado em uma balança que remete à igualdade quantitativa. Na segunda zona, a *estática*, o indivíduo tenta explicar e/ou justificar o motivo pelo qual se alcançam a igualdade e a estabilidade (mencionadas na zona intuitiva) baseando-se em ideias científicas, como a ideia de força presente na mecânica. Entretanto, ainda não se consideram os aspectos cinéticos e energéticos dos processos que possibilitam o estado de equilíbrio. A zona *cinética* é constituída pelo modo de pensar relacionado ao tratamento cinético do equilíbrio, isto é, envolve a taxa de colisões das moléculas numa reação química e a consequente velocidade das reações direta e inversa. A quarta zona é a *energética*, considerada a mais complexa para os aprendizes, pois apresenta um maior teor científico ao compará-la com as zonas anteriores. Essa zona envolve conceitos como a energia livre de Gibbs, o potencial químico e a entropia na interpretação do estado de equilíbrio (COSTA, 2019).

Além do perfil de Equilíbrio, Costa e Santos (2022) discutiram sua relação com os processos de ensino e aprendizagem de Equilíbrio Químico. Ele identificou cinco categorias para essa relação, a saber: noção de igualdade, noção de estabilidade, estado estático, equilíbrio cinético e equilíbrio energético. Após a identificação das categorias, Costa relacionou-as com as zonas do perfil para Equilíbrio (Quadro 1).

Quadro 1: Relação entre as zonas do perfil de Equilíbrio e as categorias para Equilíbrio Químico.

<u>Equilíbrio</u>	<u>Equilíbrio Químico</u>
Zonas	Categorias
Zona intuitiva	Noção de igualdade
	Noção de estabilidade
Zona estática	Estado estático
Zona cinética	Equilíbrio cinético
Zona energética	Equilíbrio energético

Fonte: Costa e Santos (2022)

Nesta pesquisa, presumimos que a identificação das categorias durante as interações discursivas da abordagem do conteúdo EQ em aulas de Química no Ensino Superior torna possível a caracterização das zonas do PC para Equilíbrio que emergem nessas interações.

Metodologia

Os cenários desta pesquisa foram salas de aula virtuais de quatro professores em três instituições públicas de ensino superior da Bahia, em cursos de Licenciatura e Bacharelado em Química. Os dados foram coletados entre março e agosto de 2021, um momento crítico da pandemia do Coronavírus SARS-COVID-19, e todas as aulas observadas e registradas durante essa pesquisa ocorreram na modalidade de ensino remoto, por meio da plataforma Google Meet. Todas as aulas foram gravadas e essas instituições são identificadas como A, B, e C.

Na instituição A, os professores participantes ministraram as disciplinas de Química Geral II (QG II) e Físico-Química II (FQ II). Na instituição B, contamos com a colaboração de um docente de FQ II e o formato remoto adotado foi um pouco diferente da anterior: ele envolveu a postagem de uma videoaula do professor e uma reunião posterior com os estudantes por meio do Google Meet, para o esclarecimento de dúvidas a respeito do conteúdo da videoaula. E na instituição C foram observadas aulas do componente QG II. A Tabela 1 informa a data, o componente curricular e o tempo de cada encontro observado.

Tabela 1: Informações sobre as observações.

Professor(a)	Instituição	Data	Observação	Tempo (min)
Professora I	A	12/03/21	01	113
Professora I	A	19/03/21	02	104
Professora I	A	25/03/21	03	70
Professora I	A	26/03/21	04	74
Professor II	A	02/03/21	01	38
Professor II	A	09/03/21	02	64
Professor II	A	23/03/21	03	65
Professor II	A	30/03/21	04	50
Professor II	A	06/04/21	05	47
Professor II	A	13/04/21	06	33
Professor II	A	04/05/21	07	34
Professor III	B	22/05/21	videoaula	49
Professor III	B	26/05/21	01	78
Professor IV	C	14/07/21	01	78
Professor IV	C	21/07/21	02	54
Professor IV	C	04/08/21	03	98
Professor IV	C	11/08/21	04	100

Fonte: Os Autores (2022)

Após as observações e seus registros, as aulas foram transcritas observando-se o modelo de transcrição de Preti et al. (1999) por meio do programa InqScribe (versão 2.2.5). O procedimento para a análise dos dados consistiu nas seguintes etapas: (i) transcrição das gravações das aulas observadas; (ii) identificação e separação dos trechos com falas sobre Equilíbrio Químico; (iii) uso da microanálise para identificar as categorias propostas por Costa (2019) nos fragmentos escolhidos, com base nos compromissos epistemológicos e ontológicos

envolvidos; (iv) identificação das zonas do perfil para Equilíbrio nos episódios selecionados, incluindo mensagens obtidas por meio do chat da plataforma utilizada.

Com a identificação dos compromissos epistemológicos e ontológicos assumidos pelos falantes nas interações, foi possível individualizar cada categoria devido ao reconhecimento do modo de pensar presente e, conseqüentemente, as zonas do perfil (MORTIMER; SCOTT; EL-HANI, 2011). Para a análise dos compromissos epistemológicos foram utilizadas a noção de realismo ingênuo, empirismo, racionalismo clássico, racionalismo moderno e racionalismo contemporâneo (BACHELARD, 1976). O estudo de Chi (1993) foi utilizado para identificar os compromissos ontológicos, considerando especificamente, a ontologia material e processual. No Quadro 2 encontra-se a identificação dos compromissos por categoria e, conseqüentemente, por zona.

Quadro 2: Apresentação das categorias do conceito de EQ com seus respectivos compromissos epistemológicos e ontológicos, suas características e relações com a zona do PC para Equilíbrio.

Categorias (EQ)	Compromissos Epistemológicos	Ontologia	Características	Zonas do PC p/ Equilíbrio
Noção de estabilidade	Realismo ingênuo	Material	Caracterizada pelo entendimento de estabilidade presente no pensamento do senso comum.	Intuitiva
Noção de igualdade	Empirismo	Material	Caracterizada pelo pensamento de igualdade, mas sem dar conta das relações racionais.	
Estado estático	Racionalismo clássico	Processual	A ideia de igualdade ou estabilidade conseguem ser explicadas racionalmente.	Estática
Equilíbrio cinético	Racionalismo moderno	Processual, especificamente interação acausal	Para compreender o tratamento cinético é necessário uma rede mais ampla de conceitos, como equilíbrio dinâmico, faixa de velocidade uniforme e taxa de colisões.	Cinética
Equilíbrio energético	Racionalismo contemporâneo	Processual, especificamente interação acausal	É a mais complexa, pois para compreender EQ na ótica da termodinâmica requer o entendimento de sistemas mais complexos como energia livre, potencial químico e energia potencial.	Energética

Fonte: Os Autores (2022)

Análise dos dados

As ideias da estabilidade e igualdade do equilíbrio são oriundas dos significados construídos socialmente à parte nossa escolarização, em razão do termo equilíbrio ser utilizado em diversos âmbitos da vida social como o emocional, o financeiro, entre outros âmbitos cotidianos que representam a noção de equilíbrio pensada como igualdade e/ou estabilidade de um fato em um determinado contexto. A ontologia material é caracterizada por artefatos que podem ser produzidos e pela matéria viva e não viva, nos turnos 1 à 6 (Quadro 3) o equilíbrio é tratado como algo material. Nos turnos 7 à 9 (Quadro 3), a ontologia presente é a interação acausal, a igualdade da velocidade pode ser interpretada como um processo que ocorre no estado de equilíbrio. Sendo assim, o fragmento abaixo evidencia as categorias “Noção de Estabilidade”, “Noção de igualdade” e fornece indícios para “Equilíbrio cinético”.

Quadro 3: Fragmento retirado da aula de QG II, observação 01 – professor 4.

Turno	Falante	Mensagem
1	Professor 4	Então... vamos começar a falar sobre equilíbrio químico e antes de começar a falar especificamente sobre equilíbrio químico... eu queria que... vocês me dissessem aí o que vocês entendem por equilíbrio... não necessariamente equilíbrio químico... o que é equilíbrio para vocês? Não precisa ser com termos técnicos, científicos e nem que sejam equilíbrio químico propriamente... quando você fala em equilíbrio o que vem na cabeça de vocês? ... quem se habilita?
2	Aluno 1	Estabilidade... professor!
3	Professor 4	Estabilidade! Boa... aluno 1! ... alguém mais?
4	Aluno 2	Posição estável... professor!
5	Professor 4	Posição estável vai na mesma linha do aluno 1... quem mais?
6	Aluno 3	Relação de igualdade!
7	Professor 4	Relação de igualdade... igualdade de que aluno 3?
8	Aluno 3	É... entre... nesse caso seria... entre a velocidade da reação!
9	Professor 4	A velocidade da reação... sim... também!

Fonte: Os Autores (2022)

No final deste fragmento, o professor questiona sobre o tipo de igualdade e o aluno 3 se refere a velocidade da reação, assim, a categoria “Equilíbrio Cinético” emerge, mas seu peso neste turno ainda é baixo, pois não há um aprofundamento na explicação para essa igualdade.

Na categoria “Estado estático” (Quadro 4), os alunos recorrem às noções de ligações químicas, reações reversíveis e da igualdade entre as velocidades das reações direta e inversa para justificar a estabilidade e a igualdade do estado de EQ, e com isso relações conceituais são realizadas. Além disso, no final do turno 1, o professor enriquece a sua abordagem ao inserir termos presentes nas categorias “Equilíbrio Cinético” (taxa de reação e velocidade) e “Equilíbrio Energético” (espontaneidade e energia livre). Encontramos neste fragmento a heterogeneidade dos modos de falar ao redor de um único conceito, característica fundamental presente nos conceitos perfilados pela teoria dos perfis conceituais.

Quadro 4: Fragmento retirado da aula de QG II, observação 01 – professor 4.

Turno	Falante	Mensagem
1	Professor 4	Bom... uma observação em relação ao estado de equilíbrio... o aluno 3 já tinha falado anteriormente... como atinge-se o equilíbrio uma coisa que é muito comum... é ... muita gente pensa assim... hoje quando eu perguntei para vocês é... aluno 1 e 2 falaram muito da questão da estabilidade e o aluno 3 já apontou a questão da velocidade ... é comum quando você diz que a reação atingiu o equilíbrio as pessoas imaginarem que a partir do momento que atinge o equilíbrio a reação acabou... a reação para... e como eu falei aqui em vários momento não é isso que acontece a reação continua acontecendo porém o aluno 3 é... falou aí anteriormente... essa reação acontece microscopicamente a nível molecular... e com a taxa de reação.. a velocidade de reação é igual para os reagentes e para os produtos... por quê? ... por conta da energia... porque neste momento que se atinge o equilíbrio a energia livre dos produtos é igual a dos reagentes faz com que a espontaneidade... a tendência da reação direta seja igual a tendência da reação inversa e por conta disso nesse momento essas reações acontecem com a mesma velocidade... de tal modo que não é possível perceber macroscopicamente variações é... do sistema... então... aquele sistema atinge a condição de estabilidade o que não quer dizer que a reação esteja parada.

Fonte: Os Autores (2022)

No Quadro 5, o professor enfatiza que o critério cinético não explica o termodinâmico, mas em vez disso, o critério termodinâmico explica o cinético. Nesta visão, segundo Bertotti (2011), a termodinâmica consegue explicar a tendência dos reagentes e produtos de uma determinada reação química de encaminhar-se para o estado de equilíbrio quando não há mudança nas concentrações de reagentes e produtos e, conseqüentemente, a taxa das velocidades se iguala.

Quadro 5: Fragmento retirado da aula de FG II, observação 01 – professor 2.

Turno	Falante	Mensagem
1	Professor 2	Quando eu falo que as concentrações não estão mais modificando com o tempo... eu estou dizendo para vocês que a reação parou? ... acabou? ... parou? ... cessou? ... parou a reação é isso?
2	Vários alunos	Não!
3	Professor 2	Por quê? Por que você tem fé?
4	Aluno 6	Tenho também ... (risos)
5	Professor 2	Por que a reação não parou? ... vamos lá... defenda sua tese!
6	Aluno 7	(envia pelo chat) o corpo estabilizou!
7	Professor 2	Na prova quando a gente passa a caneta vermelha... resposta vaga!
8	Aluna 4	A reação atingiu o equilíbrio.
9	Professor 2	Mas... este equilíbrio... ele é uma consequência de uma coisa que está acontecendo... deixa eu ver este slide aqui como está... este aqui está melhor...

		<p>vou fechar minha câmara de novo que ninguém quer me ver! ... olha este slide que coisa interessante... vamos esquecer esta parte aqui cinza mais escuro... tá?! ... vamos olhar para cá! ... aqui eu tenho uma espécie... né?! ... que é o meu reagente... o dióxido de nitrogênio e aqui eu tenho o oxido nítrico... né?! (...) Então quando a reação começa... o meu reagente... meu reagente vai caindo a concentração e o meu produto vai aumentando a concentração... o que que está acontecendo aqui? ... a minha taxa de variação está diminuindo porque a minha inclinação da curva está diminuindo... e aqui ela vai aumentando e aqui rapidamente vai diminuindo na velocidade em que o reagente... o reagente for consumido... o produto é formado! ... quando você pensa em uma taxa... uma taxa que relaciona concentração com tempo... o que é taxa pessoal? ... taxa é D... é delta da concentração com delta de tempo é uma taxa... velocidade de um k é uma taxa... quantos metros eles fazem por segundo é uma taxa... alguma variação com tempo é sempre uma taxa... aqui eu tenho uma mudança da minha taxa... mas aqui eu não tenho mais uma mudança da minha taxa... eu tenho? (silêncio)... o que eu estou dizendo para vocês que não está mudando pessoal? A concentração não está mudando... certo? ... ou seja... a velocidade de formação dos produtos se iguala a velocidade de formação dos reagentes... neste ponto aqui a concentração não muda mais porque a taxa é zero... a velocidade é zero... então as duas se igualaram a taxa de variação... então as duas etapas estão ocorrendo na mesma velocidade... a velocidade que é formado o oxido nítrico é a mesma velocidade que é formado o dióxido de nitrogênio... se as velocidades são diferentes o sistema não está em equilíbrio... ele está fora do equilíbrio!</p>
--	--	---

Fonte: Os Autores (2022)

A categoria “Equilíbrio cinético” (Quadro 5) é caracterizada pela compreensão de que o estado de equilíbrio é dinâmico, no qual as velocidades das reações direta e inversa se igualam, não havendo portanto variação líquida nas concentrações das espécies.

O “Equilíbrio energético” começa a ser desenvolvido quando o docente avança para a abordagem termodinâmica para explicar o estado de EQ, exibindo a densa rede conceitual que é requisito para a compreensão deste critério, por isso a zona em que a categoria se encontra, a zona Energética, é considerada a mais complexa para os aprendizes. No fragmento do Quadro 6, o docente se apropria dos conceitos de energia livre e potencial químico para explicar o porquê não se obtém o rendimento de 100% no processo de Haber-Bosch.

Quadro 6: Fragmento retirado da aula de QG II, observação 01 – professor 4.

Turno	Falante	Mensagem
1	Professor 4	<p>Por que o nitrogênio e o hidrogênio não continuam reagindo de forma... para formar 100% de amônia? ... um rendimento de 100% da reação para o ponto de vista industrial inclusive isso seria ótimo... que o diga Haber-Bosch... que tiverem que trabalhar para desenvolver todo o sistema para aumentar o rendimento dessa reação... e porque esse processo ele não tem e muitos processos não têm um rendimento de 100%? ... essa concentração... esses reagentes não são convertidos totalmente em produtos ... primeiro pela reversibilidade do processo e segundo por conta de uma questão que tem a ver com o que o aluno 3 falou a igualdade das velocidades diretas e inversas... que tem a ver com o potencial químico... com a energia desse sistema... com a energia envolvida nessas transformações...</p>

Fonte: Os Autores (2022)

Em relação ao princípio de Le Chatelier, os alunos normalmente fornecem respostas sem a

interpretação acerca das situações que induzem o desequilíbrio de um sistema, como no turno 2 (Quadro 7).

Quadro 7: Fragmento retirado da aula de QG II, observação 01 – professora 1.

Turno	Falante	Mensagem
1	Professora 1	Quando sistemas em equilíbrio são submetidos a qualquer perturbação exterior o equilíbrio desloca-se contrário a fim de minimizar esta perturbação! Este princípio se aplica aos fatores que podem deslocar o equilíbrio químico... quais são os fatores que podem deslocar o equilíbrio químico?
2	Alunos	Temperatura...pressão e concentração!
3	Professora 1	Exatamente!

Fonte: Os Autores (2022)

Para Broietti *et al.* (2013) e Quílez-Pardo (2006), a fala do estudante no Quadro 8 envolve a concepção do sistema em equilíbrio ser compartimentado/fragmentando, ou seja, os reagentes e produtos de uma reação encontram-se separados no sistema, considerando que os reagentes são localizados no compartimento esquerdo e os produtos no direito. Além disso, a reprodução da expressão “deslocar o equilíbrio” gera uma preocupação com sua interpretação, pois pode ser fruto da aplicação do princípio de Le Chatelier de forma automatizada para informar com imediatismo o sentido do deslocamento do equilíbrio após sofrer uma perturbação. Isso ocasiona que muitos estudantes quando indagados a respeito desse deslocamento, não conseguem explica-lo, uma vez que não compreendem o processo (QUÍLEZ-PARDO, 1998).

Quadro 8: Fragmento retirado da aula de QG II, observação 01 – professora 1.

Turno	Falante	Mensagem
1	Professora 1	Diminui o volume... as quantidades de nitrogênio... hidrogênio e amônia não serão imediatamente afetadas... contudo suas concentrações aumentarão imediatamente... como que o sistema vai reagir? (silêncio) Vou repetir tá? É.. o sistema está em equilíbrio só que de repente o volume foi diminuído... lembrando que a temperatura continuou constante... as quantidades de nitrogênio... hidrogênio e amônia não serão afetados porém suas concentrações irão aumentar... como é que esse sistema aí vai reagir?
2	Aluno	Desloca para a direita!

Fonte: Os Autores (2022)

Em nossa análise dos dados identificamos as categorias construídas por Costa e Santos (2022) para o ensino de Equilíbrio Químico e conseguimos estabelecer relações entre elas com as zonas do perfil para Equilíbrio nas interações discursivas observadas. Logo, encontramos a emergência dos modos de pensar e falar das quatro zonas do Perfil Conceitual de Equilíbrio, intuitiva, estática, cinética e energética.

Conclusões e implicações

Este estudo investigou a emergência das zonas propostas para o perfil conceitual de Equilíbrio em aulas sobre Equilíbrio Químico no Ensino Superior. A partir da análise dos dados, foi possível identificar as categorias de sentido propostas para Equilíbrio Químico e suas relações com as zonas do perfil de Equilíbrio e, conseqüentemente, a emergência das zonas intuitiva, estática, cinética e energética. Observamos no caso do EQ que as falas registradas dos docentes transitavam pelas diferentes zonas às vezes em um único turno, e que cabe ao aprendiz acompanhar esse trânsito e as conexões que se estabelecem entre as zonas para se apropriar dos diferentes sentidos que cada uma delas expressa. Em nosso estudo compreendemos que a abordagem de EQ deve-se iniciar a partir da termodinâmica, porque ela introduz a perspectiva cinética para o estado de equilíbrio químico. Ao discutir o princípio de Le Chatelier é importante que o professor esclareça que o mesmo não é uma regra infalível e não deve ser utilizado de forma automatizada, pois concepções errôneas podem impregnar os modos de pensar do estudante, como a ideia da fragmentação do sistema em equilíbrio. O uso desse perfil é uma ferramenta em potencial para entender os processos de ensino e aprendizagem de Equilíbrio Químico, porquê reúne os modos de pensar necessários para a interpretação desse fenômeno. Além disso, as pesquisas sobre esse tema fornecem subsídios para o estudo desse conteúdo, como as desenvolvidas por Costa (2019), Costa e Santos (2022) e o presente artigo.

Agradecimentos e apoios

Ao Programa de Pós Graduação em Química da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (PGQUI/UESB) e ao Grupo de Estudos e Pesquisas Ensino de Química e Sociedade (GEPEQS).

Referências

- BACHELARD, G. **Filosofia do Novo Espírito Científico**. Editorial Presença LTDA, 1976.
- BROIETTI, F. C. D. *et al.* Alguns significados da expressão “deslocar o equilíbrio” em formando do curso de licenciatura em química. **Revista Ensaio**, v.15, n.3, p. 217-233, 2013.
- CANDELA, B. F. Oralidad, lectura y escritura competencias mediadoras del aprendizaje del currículo de Química: el caso del equilibrio químico. **Revista Científica**, v.37, n.1, p. 18-29, 2020.
- CHANG, R; GOLDSBY, K. A. **Química**. 11.ed.Porto Alegre: AMGH, 2013.
- CHI, M. T. H. Barriers to Conceptual Change in Learning Science Concepts: A Theoretical Conjecture. **The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics**, Misconceptions Trust, 1993.
- COSTA, M. B. S. **O perfil conceitual de equilíbrio e suas contribuições para o ensino de equilíbrio químico**. 2019. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de PósGraduação em Química, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 2019. Disponível em: www2.uesb.br/ppg/ppgquimica/wpcontent/uploads/2019/12/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Maur%C3%ADcio-Bruno.pdf. Acesso em: 5 fev. 2020.
- COSTA, M. B. S.; SANTOS, B. F. The conceptual profile of equilibrium and its contributions to the teaching of chemical equilibrium. **Chemistry Education Research and Practice**, v.23, p. 226-239, 2022. DOI 10.1039/d1rp00039j. Disponível em:

<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2022/RP/D1RP00039J>. Acesso em: 20 jun. 2022.

LIMA, F. O.; CUNHA, M. B. A fotografia como recurso didática para contextualizar conceitos de Química Analítica. **Research, Society and Development**, v.9, n.3, 2020.

LOMBARDI, G.; CABALLERO, C. Lenguaje y discurso en los modelos conceptuales sobre equilibrio químico. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.12, n.3, p. 383-412, 2007.

MACHADO, A. H.; ARAGÃO, R. M. R. Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**, n.4, p. 18-20, 1996.

MESSEDER NETO, H. S.; MORADILLO, E. F. Abordagem Contextual Lúdica e o Ensino e Aprendizagem do conceito de Equilíbrio Químico: O que há atrás dessa cortina?. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, v.1, n.1, p. 142-162, 2017.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Editora UFMG: Belo Horizonte, 2000.

MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. **Conceptual profiles: A theory of teaching and learning scientific concepts**. Netherlands: Springer, 2014.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: ensino médio**. 2. ed. São Paulo:Scipione, 2013.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; EL-HANI, C. N. Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. **Tecné, Episteme y Didaxis**, n.30, p.111-125, 2011.

ÖZMEN, H. Determination of students' alternative conceptions about chemical equilibrium: a review of research and the case of Turkey. **Chemistry Education Research and Practice**, v.9, p. 225-233, 2008.

PILLA, L. **Físico-química I: termodinâmica química e equilíbrio químico**. 2.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2010.

QUÍLEZ-PARDO, J. Persistencia de errores conceptuales relacionados com la incorrecta aplicación del principio de Le Chatelier. **Investigación Educativa**, v.9, n.6, p. 367-377, 1998.

QUÍLEZ-PARDO, J. Análisis de problemas de selectividad de equilibrio químico: errores y dificultades correspondientes a libros de texto, alumnos y profesores. **Enseñanza de las ciencias**, 2006, v.24, n.2, p. 219-240.

QUÍLEZ- PARDO, J. El lenguaje de la ciencia como obstáculo de aprendizaje de los conocimientos científicos e propuestas para superarlo. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.16, n.2, p. 449-476, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/download/4383/2949/13646> . Acesso em: 20 nov. 2021.

SILVA, J. C. S.; AMARAL, E. M. R. Uma análise de estratégias didáticas e padrões de interação presentes em aulas sobre equilíbrio químico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.17, n.3, p. 985-1009, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4559/2985>. Acesso em: 26 set. 2022.

TEIXEIRA JÚNIOR, J. G.; 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, p.571-592, 2009.