

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

DANIEL DE LIMA SILVA

**EQUILÍBRIO QUÍMICO: TENDÊNCIAS DO ENSINO E APRENDIZAGEM EM
PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS A PARTIR DA ANÁLISE DE PERIÓDICOS
NACIONAIS E INTERNACIONAIS**

Ouro Preto

2021

DANIEL DE LIMA SILVA

**EQUILÍBRIO QUÍMICO: TENDÊNCIAS DO ENSINO E APRENDIZAGEM EM
PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS A PARTIR DA ANÁLISE DE PERIÓDICOS
NACIONAIS E INTERNACIONAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para aprovação na disciplina de Estágio Supervisionado IV na Universidade Federal de Ouro Preto.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a Ana Carolina Gomes Miranda

Ouro Preto

2021

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S586e Silva, Daniel de Lima .

Equilíbrio químico [manuscrito]: tendências do ensino e aprendizagem em publicações científicas a partir da análise de periódicos nacionais e internacionais. / Daniel de Lima Silva. - 2021.

57 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Ana Carolina Gomes Miranda.

Monografia (Licenciatura). Universidade Federal de Ouro Preto.
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Graduação em Química .

1. Química. 2. Equilíbrio Químico. 3. Conhecimento e aprendizagem. 4. Publicações Científicas. 5. Estratégias de aprendizagem. I. Miranda, Ana Carolina Gomes. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 54:37.091.39

Bibliotecário(a) Responsável: Soraya Fernanda Ferreira e Souza - SIAPE: 1.763.787

01/09/2021

SEI/UFOP - 0215614 - Folha de aprovação do TCC



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

**FOLHA DE APROVAÇÃO****Daniel de Lima Silva****Equilíbrio Químico: Tendências do ensino e aprendizagem em publicações científicas a partir da análise de periódicos nacionais e internacionais**

Monografia apresentada ao Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Licenciatura em Química

Aprovada em 23 de agosto de 2021

Membros da banca

Profa. Doutora Ana Carolina Gomes Miranda - Orientadora (Departamento de Química, Universidade Federal de Ouro Preto)
Profa. Doutora Nilmara Braga Mozzer - Avaliadora (Departamento de Química, Universidade Federal de Ouro Preto)
Profa. Doutora Sandra de Oliveira Franco Patrocínio - Supervisora (Departamento de Química, Universidade Federal de Ouro Preto)

Ana Carolina Gomes Miranda, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 01/09/2021



Documento assinado eletronicamente por **Sandra de Oliveira Franco Patrocínio, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 01/09/2021, às 09:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0215614** e o código CRC **B6E0CBA7**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.009126/2021-70

SEI nº 0215614

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35400-000
Telefone: 3135591707 - www.ufop.br

AGRADECIMENTOS

Muito obrigado Jesus Cristo, "Senhor, para quem iremos nós? Tu tens as palavras da vida eterna." Jo 6:68.

À minha linda esposa Meire, minha companheira, minha alegria e minha amada. Gratidão a Deus pela sua vida. Obrigado pelas orações e pelos incentivos. O combinado ainda continua, iremos envelhecer juntos!!!

Ao meu filho Állan Pedro por ter acompanhado de perto toda essa trajetória. Aprendi muito com você. Você me fez sorrir. Amo você meu garoto!!!

Aos meus pais, Geraldo Severiano e Dalzinha, pelo carinho e pelos ensinamentos. Eu me orgulho muito de vocês. As minhas irmãs, irmão, cunhadas, cunhados, sobrinhas, sobrinhos e minha eterna sogra Efigênia (In Memoriam), vocês são especiais em todos os momentos.

À professora Sandra Patrocínio, pela excelência no empenho e que muito me fortaleceu ao se disponibilizar em tempo oportuno.

À orientadora professora Ana Carolina Gomes Miranda por acreditar no meu potencial e pela paciência ao longo desse período tão conturbado que estamos enfrentando. Muito obrigado pela atenção e sua dedicação. Valeu muito a pena, você é especial!!!

Aos meus professores e mestres pelos ensinamentos. Muito obrigado!! Em especial à Nilmara Mozzer e Paula Mendonça pelas aulas enriquecedoras e profundidade ímpar, à Rute Figueiredo além de ser uma excelente professora, foi crucial para minha permanência no curso, enquanto presidente do Colegiado da química. Muito obrigado, serei sempre grato à você!!

Aos companheiros e guerreiros amigos André, Cássia, Elvis, Fabiana, Juliana, Túlio e Sanderly, muito obrigado à vocês pelo companheirismos e paciência. Rimos e choramos, valeu garotin!!!

À minha turma da licenciatura, pelas críticas e discussões nos pré-projetos. Suas análises críticas foram fundamentais para o crescimento. Obrigado a todos vocês.

Aos amigos da minha igreja Assembleia de Deus pelas orações e pelo companheirismo. Somente Deus pode abençoar vocês. Muito grato.

Por fim, agradecer a todos que direta ou indiretamente me ajudaram nessa caminhada. Gratidão e que Deus possa abençoar a todos!!

RESUMO

Na atualidade, o Ensino de Química torna-se um grande desafio. Não obstante a responsabilidade do conhecimento, do planejamento e da didática, surgem ainda as necessidades de compreender e avaliar os conhecimentos internalizados pelos educandos. Nessa direção, destaca-se a importância do ensino dos conceitos referentes ao conteúdo de equilíbrio químico, o qual é considerado extremamente importante na compreensão de fatos e acontecimentos do dia a dia, sob a ótica da ciência. É importante reconhecer e considerar as concepções alternativas dos indivíduos sobre o conteúdo equilíbrio químico, para que aprendizagem desse conteúdo seja efetiva. É perceptível que a compreensão desses conceitos exige um alto nível de abstração, que sugere, essencialmente, que os educandos necessitam transitar entre os diferentes níveis do conhecimento químico: macroscópico, submicroscópico e simbólico. Diante disso, a presente pesquisa, de natureza qualitativa, tem por objetivo realizar um levantamento bibliográfico em periódicos nacionais e internacionais para identificar as principais tendências do ensino e aprendizagem do conteúdo de equilíbrio químico, compreendendo as principais contribuições e implicações para o ensino e aprendizagem desse conteúdo. Como principais resultados, os trabalhos analisados revelaram que as concepções alternativas dos estudantes podem se tornar um obstáculo significativo na aprendizagem do conteúdo de equilíbrio químico. Diante disso, a utilização de estratégias diferenciadas (como analogias, resolução de problemas, atividades experimentais, TIC's, modelagem, entre outras) mostraram bons resultados, bem como contribuíram de forma significativa para o desenvolvimento de habilidades de compreensão do conhecimento químico nos três níveis de representação.

Palavras-chave: Equilíbrio Químico; Publicações científicas; Tendências de ensino e aprendizagem; Ensino de Química.

ABSTRACT

Currently, Chemistry Teaching becomes a great challenge, despite the responsibility of knowledge, planning and didactics, there is still a need to understand and evaluate the knowledge internalized by students. In this sense, the importance of teaching concepts related to the content of chemical balance is highlighted, which is considered extremely important in the understanding of everyday facts and events, from the perspective of science. It is important to recognize and consider the alternative conceptions of individuals on the topic of chemical balance, so that learning can be effective. It is noticeable that understanding these concepts requires a high level of abstraction, essentially suggesting that students move between different levels of chemical knowledge: macroscopic, submicroscopic and symbolic. Therefore, this research, which is qualitative in nature, aims to conduct a bibliographic survey in national and international journals to identify the main trends in teaching and learning of chemical balance content, understanding the main contributions and implications for teaching and learning the chemical balance content. As main results, the analyzed works revealed that the students' alternative conceptions can become a significant obstacle in the learning of the chemical equilibrium content. Therefore, the use of different strategies (analogies, problem solving, experimental activities, ICT's, modeling) showed good results, as well as contributed significantly to the development of understanding skills of chemical knowledge by the three levels of representation.

Key words: Chemical Balance; Scientific publications; Teaching and learning trends.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Reação direta e inversa.....	14
Figura 2 – Exemplo de reação.....	14
Figura 3 – Lei das Massas.....	15
Figura. 4 - Equação geral para um equilíbrio químico.....	16
Figura 5 - Fluxograma da pesquisa.....	23
Figura 6 - Relação de publicação por Estados brasileiros.....	26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Periódicos nacionais e internacionais.....	21
Quadro 2 - Quadro com a relação de periódicos e o número de artigos publicados no período de cinco anos.....	24
Quadro 3 - Resultados referentes aos aspectos metodológicos dos artigos analisados.....	27
Quadro 4 - Resultados referentes à base teórica dos artigos analisados.....	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	14
2.1	<i>Objetivo geral</i>	14
2.2	<i>Objetivos específicos</i>	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	Os documentos norteadores para o Ensino médio	14
3.2	A reversibilidade das reações e o Equilíbrio Químico.....	15
3.3	Características do Equilíbrio químico.....	17
3.4	O princípio de Le Chatelier	19
3.5	Importância do ensino de equilíbrio químico	20
4	METODOLOGIA	22
4.1	Caracterização da pesquisa	22
4.2	Percurso metodológico	23
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5.1	Caracterização.....	26
5.2	Aspectos metodológicos	29
5.3	Base teórica.....	31
5.4	Resultados	33
5.4.1	Concepções alternativas mais recorrentes	33
5.4.2	Propostas para o ensino de equilíbrio químico.....	36
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
8	Apêndice 1.....	43
9	Apêndice 2.....	47
10	Apêndice 3	53

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade o Ensino de Química torna-se um grande desafio. Não obstante a responsabilidade do conhecimento, do planejamento e da didática, surgem ainda a necessidade de compreender e avaliar os conhecimentos internalizados pelos educandos. Nessa direção, destaca-se a importância do ensino dos conceitos referentes ao conteúdo de equilíbrio químico, o qual é considerado extremamente importante na compreensão de fatos e acontecimentos do dia a dia, sob a ótica da ciência.

O uso cotidiano do equilíbrio químico segundo Figueiredo(2018) pode ser observado na respiração celular através do transporte de O_2 à células de todos os organismos após respiração, o oxigênio entra em contato com a hemoglobina (Hem) do sangue, dando origem à oxihemoglobina ($HemO_2$). No ingerir refrigerante ao organismo, pode aumentar a concentração de ácido no estômago, ou diminuição da pressão, ou ainda aumento da temperatura restrito à solubilidade de CO_2 em água que diminui conforme a temperatura aumenta. No esmalte do dente através do hidroxiapatita ($Ca_5OH(PO_4)_3$) que através da influência do pH pode produzir a desmineralização ou mineralização do dente.

Ao considerar os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002), em específico o conteúdo de equilíbrio químico, destaca-se com ênfase os termos **reconhecer, identificar, representar, prever, propor e compreender** (MALDANER, *et al.*), a fim de que o aluno possa elucidar o conhecimento em sua mente. Os parâmetros mais comumente abordados no ensino médio para o tema estado de equilíbrio químico, são: coexistência de reagentes e produtos; estado de equilíbrio e extensão da transformação; variáveis que modificam o estado de equilíbrio; previsões quantitativas, modelos explicativos, pH de soluções aquosas, hidrólise salina, solubilidade, interação ácido-base.

Gomes e Recena (2008) destacam que é importante reconhecer e considerar as concepções alternativas dos indivíduos sobre o conteúdo equilíbrio químico, para que seja efetiva a aprendizagem, pois elas entendem a aprendizagem como um processo, em que uma nova informação relevante, relaciona-se com a estrutura do conhecimento desse indivíduo.

Além dos tópicos supracitados, o estudo equilíbrio químico é significativo para a compreensão de outros conteúdos da química, tais como: estequiometria, reação química, reversibilidade de reações e cinética química.

Para Bedin e Cassol (2016), a grande dificuldade em compreender os conceitos de equilíbrio químico é devido a sua abstração e, por isso, propõem usar protótipos analógicos e atividades experimentais para tornar o conteúdo compreensível e entendível ao aluno.

Outro aspecto extremamente importante segundo Bertotti (2011), é não enfatizar a resolução algébrica na abordagem do conteúdo equilíbrio químico no ensino, mediante o emprego de algoritmos previamente assimilados. O autor ressalta a importância de desenvolver a habilidade de explicar os aspectos quantitativos de transformações em um sistema em análise.

Teixeira Júnior e Silva (2009) discutem dificuldades associadas: à visão do equilíbrio químico como sistema compartimentado em que reagentes e produtos estariam em recipientes separados; à baixa compreensão da dinamicidade de um sistema em Equilíbrio Químico; à interpretação do rendimento e extensão de uma reação; à compreensão de enunciados de alterações à posição de equilíbrio, que introduzem uma característica vetorial; à relação da solução tamponada com o conceito de equilíbrio químico; aos livros didáticos que disponibilizam representações somente no nível macroscópico.

É perceptível que a compreensão desses conceitos exige um alto nível de abstração, que sugere essencialmente que os educandos transitem entre os diferentes níveis do conhecimento químico: macroscópico, submicroscópico e simbólico. Atualmente, esses níveis são definidos por Johnstone (2009) como:

- *Macroscópico/tangível*: parte “observável” por meio dos sentidos e mensurável da Química que pode ser descrita por meio de suas propriedades: cor, odor, densidade, efervescência, etc.;
- *Submicroscópico/Molecular/invisível*: se refere a como os fenômenos e propriedades observados no primeiro nível são explicados pela Ciência, utilizando conceitos abstratos, tais como: átomos, íons, moléculas, ligações químicas, interação intermolecular, de modo a fornecer um modelo para se racionalizar e entender esses fenômenos;
- *Simbólico/matemático*: forma utilizada pelos químicos para representar as substâncias e transformações por meio de símbolos e equações convencionados pela comunidade científica.

O processo de aprendizagem está intimamente interligado à utilização desses níveis, bem como a compreensão do processo de construção da Ciência. Além disso, as

relações entre o macroscópico, submicroscópico e simbólico são essenciais para que o estudante consiga visualizar e interpretar a natureza e seus fenômenos.

Queiroz (2009), propõe o uso da modelagem cujo princípio é definir os objetivos, buscar ter experiência com o alvo, selecionar a origem para o modelo e estabelecer transferências analógicas das relações entre as entidades da origem com as entidades do alvo. A autora afirma que a atividade de modelagem concede um contexto de professores e estudantes engajados, favorecendo o processo de ensino e aprendizagem.

Estudos (BEDIN e CASSOL, 2016; BERTOTTI, 2011) revelam que muitos estudantes possuem dificuldades em perpassar entre esses níveis, principalmente se os conceitos envolvidos são abstratos, como é o caso do equilíbrio químico.

Conforme destaca Bertotti (2011), há lacunas na compreensão dos alunos recém ingressados no ensino superior, pois quando se avalia esta, evidencia-se a existência de correlações entre as dificuldades na assimilação de alguns conceitos qualitativos e quantitativos e as deficiências e concepções erroneamente incorporadas pelos estudantes desde o Ensino Médio, desenvolvidas a partir de processos de ensino problemáticos e/ou até traumáticos.

Para Lopes (1993), o processo de ensino e aprendizagem não é dado no acúmulo de informações, mas quando a mente do aprendiz está apta a transformar as informações em conhecimento. Essas afirmações convergem com as de Delgado (2018) de que o processo de ensino e aprendizagem consiste na mediação do professor que estabelecerá a ligação do que será ensinado e relacionará com o conhecimento já interiorizado pelo aluno.

Diante disso, Silva (2018) destaca que o ensino e o aprendizado não é um processo mecânico, do qual o professor simplesmente transmite o conteúdo ao aluno e este, por sua vez, aprende. Mas o segredo está na recíproca em enfrentar muitos desafios e barreiras, para fim de estimular, impulsionar o aluno, já que o professor possui conhecimento para mediar o processo do conhecimento, facilitando a aprendizagem.

Dentro deste contexto, as questão que guiou a presente pesquisa foram: “O que a análise das pesquisas atuais nos revelam sobre as tendências no ensino e aprendizagem do conteúdo equilíbrio químico”?

Assim, propõem-se nesse trabalho o desenvolvimento de estudos descritivos e analíticos que incidam sobre a produção acadêmica no campo do ensino e aprendizagem sobre o conteúdo equilíbrio químico a fim de identificar as perspectivas e as tendências atuais das pesquisas desenvolvidas neste campo de estudo.

2 OBJETIVOS

2.1 *Objetivo geral*

Realizar um levantamento bibliográfico em periódicos nacionais e internacionais para identificar as principais tendências do ensino e aprendizagem do conteúdo de equilíbrio químico.

2.2 *Objetivos específicos*

Apontar algumas tendências que marcam os estudos na área do ensino de Química: pontos de vista teórico-metodológicos, bem como principais contribuições e implicações para o ensino e aprendizagem do conteúdo de equilíbrio químico.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Os documentos norteadores para o Ensino médio

A química, através da Base Nacional Curricular Comum (BNCC), conceitua o aprendizado em compreender as transformações químicas que ocorrem no mundo físico e no seu mais amplo conhecimento, alinhando os alunos a decidirem sobre as informações externas, enquanto cidadão (BRASIL, 2000).

O Ensino Médio, anteriormente era regida 100% (cem por cento) pela BNCC até a aprovação da Lei 13.415 de 16 de fevereiro de 2017, passando a ser flexibilizada, ficando o BNCC responsável por 60% (sessenta por cento) e restante a cargo do itinerário formativo, que são áreas específicas ofertadas ao aluno.

No âmbito estadual, o documento curricular é o Currículo Referência Minas Gerais (CRMG), que é o responsável por reger a base comum e o itinerário formativo. Dentro da base comum, no âmbito obrigatório a disciplina de química está inclusa e divide com biologia e física as *Competências específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio* (CRMG, 2021).

Considerando o BNCC como referência e tendo esse o intuito de orientar a construção dos referenciais curriculares de cada estado, o CRMG baseou nos três documentos (BNCC, Currículo, PPP), como dever e inserido no plano de aula, de forma direta ou indiretamente, para fim de conceituar os conteúdos através material aprovado

no âmbito estadual, possa ser efetivo no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes (CRMG, 2021).

O conteúdo equilíbrio químico está previsto na BNCC na competência específica de *ciências da natureza e suas tecnologias no ensino médio: competências específicas e habilidade*, e também no CRMG, fixado no quarto semestre do segundo ano do ensino médio.

3.2 A reversibilidade das reações e o Equilíbrio Químico

Pode-se observar **processos reversíveis** no cotidiano, exemplificado quando a umidade no ar condensa na superfície de uma garrafinha com água gelada, passando ao estado líquido. Esse água pode através da vaporização, torna-se à atmosfera (Santos e Mol, 2016).

Para processo chamado de **irreversíveis**, pode-se observar no cotidiano através do exemplo quando há o processo de combustão, queima de combustíveis produzindo dióxidos de carbono e água. Exemplificado através da queima do etanol se transformando em gás carbônico (CO_2) e água (H_2O). Após toda a queima do etanol não há possibilidade de alcançar ao estado inicial da reação de combustão (Santos e Mol, 2016).

Temperatura, pressão e concentração dos reagentes, são características e condições de reversibilidade, sendo que algumas reações somente são reversíveis sob condições estrita.

A reações de reversibilidade são representada quimicamente com uma seta dupla com meia ponta para cada lado (\rightleftharpoons), indicando que as reações se processam nos dois sentidos(Santos e Mol, 2016).

A reação em equilíbrio, quando iniciada e antes do seu término coexistem reagentes e produtos. Na visão macroscópico não se percebe mudança. Mas no submicroscópio pode se afirmar que a medida que os produtos são formados, parte deles reage formando, novamente, os reagentes. Ou seja, coexistem as duas reações da figura 1, reação direta e reação inversa simultaneamente.

As reações químicas que são trabalhadas no equilíbrio químico ocorrem de forma incompleta, quando dois componentes, denominado de reagentes, reagem entre si, formando uma nova espécie química, denominado de produto. Essas reações não se

tornam completamente produto, havendo resquício de reagente, reação denominada de reversível, que pode ocorrer na forma direta ou inversa, conforme figura abaixo.

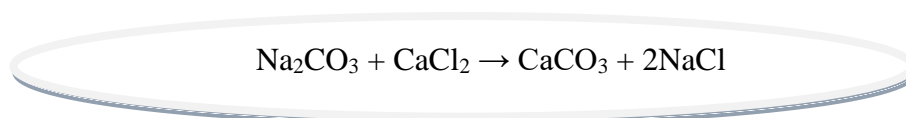
Figura 1 - Reação direta e inversa



Fonte: Próprio autor

O termo reversibilidade química foi mencionado no trabalho do pesquisador, químico francês Claude Louis Berthollet, no livro *Teste Estático Químico*, 1803, o qual relata a observação de um depósito de carbonato de sódio nas bordas de alguns lagos salgados, em uma expedição com Napoleão Bonaparte.

Figura 2 – Exemplo de reação



Fonte: Próprio autor

Quílez e Sanjosé (1996) descrevem que o Imperador Napoleão recrutou o citado químico francês Berthollet, para acompanhá-lo como consultor científico nas campanhas, e em específico na expedição ao Egito em 1798. Este encontrou os depósitos de carbonato de sódio caracterizado pelo reverso da equação química, ocasionado pela lenta evaporação das águas altamente concentradas de sal, questionando, assim, a crença da época que as reações químicas eram somente diretas. Para justificar, Berthollet ponderou que a reação poderia ser influenciada pela quantidade de substâncias presente na reação, o que conflitou com a Lei das Proporções que defendia que um composto é feito de números fixos de seus átomos constituintes.

Os químicos noroegueses Cato Guldberg e Peter Waage, confirmaram as ideias de Berthollet sobre as reações reversíveis, no período compreendido 1864 e 1879.

3.3 Características do Equilíbrio químico

Fundamentar o equilíbrio químico na visão da área da química analítica, é considerar somente as reações incompletas, as reações que convertem parcialmente os reagentes em produtos.

O equilíbrio químico é dinâmico, observado quando as velocidades de reação direta e inversa se igualam, porém macroscopicamente não há mudança nas propriedades física.

Pela Lei de Massas, enunciada pelos químicos Guldberg e Waage, a velocidade da reação é diretamente proporcional à concentração dos compostos reagentes (vide fig. 3)

Figura 3 – Lei das Massas



onde, k_f é denominada de taxa (relacionada à velocidade) de reação de formação de produto, estabelecida como unidade de medida, mols por segundos (mols/s). E k_r , denominada de taxa (velocidade) de reação reversa. O equilíbrio químico é atingido quando $k_f = k_r$.

Um das aplicações ao estudar as taxas de reações, implica em aferir as razões, entre os k_f e k_r :

$k_f \gg k_r$, implica no favorecimento da formação de produtos;

$k_f \ll k_r$, implica no baixo favorecimento da formação de produtos; ou no extremo, a não ocorrência de formação de produtos.

Pode-se observar que as expressões das constantes de equilíbrio são equações *algébricas* que descrevem as relações de concentrações existentes entre reagentes e produtos no equilíbrio.

Acrescenta nas reações químicas a velocidade de reação que sofre interferência quanto a concentração dos componentes e das condições de reações. Quando as velocidades de reações direta e inversa igualam entre si, na formação de produto e reagente nas magnitudes idênticas, essa reação alcançou a condição de equilíbrio químico.

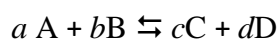
Pelo efeito da temperatura no equilíbrio químico, a elevação de temperatura, em geral, implica no aumento na rapidez da reação, suas moléculas, submetidas a temperaturas maiores, são mais energéticas, ou seja, possuem mais energia cinética. Há probabilidade de maior colisões resultando em mais reações. Dessa forma, tanto a rapidez da reação direta como a da reação indireta crescem com o aumento da temperatura (Santos e Mol, 2016).

ΔH é uma grandeza de variação de calor que pode indicar se a reação do ponto de vista energético, se é exotérmica ou endotérmica. Pode-se exemplificar quando o gás NO_2 fica em equilíbrio com o gás N_2O_4 . O gás NO_2 de coloração castanhoescuro, ao colocarmos o tubo em um recipiente com gelo, torna-se incolor, significando que a temperatura favoreceu a formação do gás N_2O_4 , cuja reação é exotérmica (Santos e Mol, 2016).

Para o efeito da concentração quando ocorre um aumento na concentração dos reagentes resulta em mais espécies reativas para colisões, provocando aumento na rapidez da reação direta. Por outro lado, o aumento de produtos na reação irá provocar o aumento da reação inversa e dessa forma o sistema prosseguirá até se atingir um novo estado de equilíbrio, em que a rapidez da reação direta será igual à da inversa.

Quanto ao aumento de pressão de um sistema gasoso, sob a condição de temperatura constante, implica no aumento da pressão dos gases presentes. Caso tenha maior número de moléculas gasosas de reagentes do que de produtos, a pressão dos reagentes será maior em relação aos produtos, ocorrendo maior número de colisões entre as moléculas de reagentes, favorecendo a reação direta. Por outro lado, se houver diminuição de pressão, a reação inversa será favorecida. Igualada as condições de temperatura e pressão, os gases ocupam volumes proporcionais à quantidade de matéria. Dessa forma, afirmar-se que em um aumento de pressão, o equilíbrio se desloca a reação no sentido de menor volume, enquanto a diminuição de pressão desloca o equilíbrio no sentido de maior volume.

Figura. 4 - Considere uma equação geral para um equilíbrio químico



Fonte: Próprio autor

Tipos de equilíbrios químicos, conforme Skoog (2005):

- dissociação da água,
- Equilíbrio heterogêneos entre uma substância pouco solúvel e seus íons em uma solução saturada
- Dissociação de um ácido ou base fraca
- Formação de um íon complexo
- Equilíbrio de oxidação-redução
- Equilíbrio de partição para um soluto entre solventes imiscíveis

3.4 O princípio de Le Chatelier

Henri Louis Le Chatelier, Francês, químico e engenheiro, enunciou em 1884, o princípio de Le Chatelier, fundamentado pelos trabalhos de J. H. van't Hoff e G. Lippmann. A simplicidade aparente do princípio, favoreceu a aplicação em numerosos trabalhos, provocando um grande impacto no século XIX, versando com os que utilizavam tratamentos matemático baseado nos princípios da termodinâmica (CANZIAN e MAXIMIANO, 2010).

No princípio de Le Chatelier, quando altera-se qualquer condição de um sistema em equilíbrio, o sistema tende a buscar um novo estado que minimize as alterações impostas, até atingir uma nova condição de equilíbrio. Esse deslocamento das condições iniciais cessará quando a rapidez das duas reações se igualarem e as concentrações dos reagentes e produtos permanecerem novamente constantes (SANTOS e MOL, 2016).

Para efeito de nomenclatura tem-se o equilíbrio deslocado para a direita, quando a alteração imposta favorecer a formação de produtos. Por outro lado, quando a alteração favorecer a formação de reagentes, diz-se que o equilíbrio irá se deslocar para a esquerda (SANTOS e MOL, 2016).

No plano curricular estadual CRMG, aponta os termos "identificar", "reconhecer" e "prever" os fatores que afetam o equilíbrio através do Princípio de Le Chatelier (CRMG, 2021).

CANZIAN e MAXIMIANO (2010) destaca que o princípio de Le Chatelier possui limitações para o uso indiscriminado. E sugere que os professores sejam transparentes nas limitações, para que a utilização exclusiva seja para entendimento da natureza dinâmica do equilíbrio químico. Para exemplificar tem-se a reação de produção da amônia $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$, que ao adicionar gás nitrogênio à mistura

gasosa em equilíbrio, pelo princípio de Le Chatelier afirmaria que alteração no estado de equilíbrio ocorreria no sentido de formação de mais amônia, uma vez que o sistema em equilíbrio deve consumir nitrogênio, produzindo mais amônia. Isso não ocorreria se somente à temperatura e volume constantes.

3.5 Importância do ensino de equilíbrio químico

Farias *et al.* (2017), descreve que o conceito de equilíbrio químico traz um grande potencial e consequência para o ensino de química, pois é amplo o alcance do tema, sendo utilizado nas grandes áreas da química, como orgânica e inorgânica, etc.

Já Machado e Aragão (1996) descrevem que os aspectos quantitativos, ênfase nos conceitos matemáticos, têm sido prioridades no ensino, deixando em segundo plano os aspectos qualitativo, que conceituam a compreensão e entendimento do estado do equilíbrio químico no nível atômico-molecular em um sistema.

São poucos os temas no ensino de química do qual o educador recebe um *feedback* instantâneo, e o conteúdo equilíbrio químico não está incluso nesse quesito, pois, não necessariamente, a resolução algébrica mediante o emprego de algoritmos previamente assimilados implica na habilidade para conceituar as mudanças no sistema em análise, conforme Bertotti (2011).

Gomes e Recena (2008) em seu trabalho, listam as principais dificuldades com o conteúdo equilíbrio químico:

- i) O equilíbrio é uma situação estática (não dinâmica);
- ii) Equilíbrio apresentado como um pêndulo (oscilante, hora está como reagente, ou como produto);
- iii) Animismo;
- iv) A incorreta interpretação da dupla seta (significado que atribuíam a representação da “dupla seta”);
- v) Igualdade da concentração de reagentes e produtos no estado de equilíbrio químico;
- vi) Conflito entre os conceitos de massa e concentração (relaciona estequiometria à concentração);
- vii) As dificuldades com a constante de equilíbrio (relacionando os termos igual com constante);

- viii) Os erros no papel do catalisador no equilíbrio químico;
- ix) Os erros na aplicação indiscriminada do Princípio de Le Chatelier (sem limitar as condições);
- x) Representação errônea das reações químicas;
- xi) No equilíbrio, a massa total dos reagentes é igual à massa total dos produtos da reação;
- xii) Reagentes e produtos apresentados em compartimentos separados;
- xiii) A composição do sistema em equilíbrio é proporcional aos respectivos coeficientes estequiométricos.

Esses autores sugerem diferentes abordagens didáticas para facilitar o ensino e a aprendizagem do tema, como: i) simulações computacionais, ii) analogias e iii) experimentos

Para Bedin e Cassol (2016), a grande dificuldade em compreender os conceitos de equilíbrio químico é devido a sua abstração. Em seu artigo, eles propõem usar protótipos analógicos e atividades experimentais para tornar o conteúdo compreensível e entendível ao aluno.

4 METODOLOGIA

O presente capítulo se inicia com a descrição da metodologia da pesquisa, apresentando características gerais desta investigação, como a classificação quanto à natureza, métodos e objetivos. Em seguida, será apresentada a investigação das contribuições das pesquisas nacionais e internacionais referentes aos conceitos de Equilíbrio químico.

4.1 Caracterização da pesquisa

A presente investigação segue os preceitos da pesquisa qualitativa. Segundo André e Gatti (2014), a pesquisa qualitativa é uma ferramenta que tem permitido compreender os processos e relações escolares nos âmbitos institucionais e culturais, possibilitando a socialização e sociabilidade em suas diversas implicações com o cotidiano. Para Mól (2017), a pesquisa qualitativa utiliza e descreve os fenômenos através das palavras, por ser uma área de conhecimento científico que busca observar as interações sociais no contexto sociocultural.

No princípio a relação entre quantitativo e qualitativo passou por um breve período conturbado. André e Gatti (2014) comentam que, com a influência das teorias críticas e fenomenológica, a evolução das qualidades dos trabalhos e a percepção e clareza dos distanciamentos entre os objetos metodológicos, consistiu-se no firmamento da pesquisa de cunho qualitativo.

André e Gatti (2014), enfatizam que houve épocas em que a pesquisa qualitativa foi usada sem muito rigor, tais como discussões rasas, subjetividade, observações casuísticas, coleta de dados sem critérios, que contrariam a exigência da metodologia qualitativa de um "alto grau de maturidade e refinamento subjetivo" (ANDRÉ e GATTI, 2014, p.10). Neste mesmo sentido, Mól (2017) afirma que a manipulação dos dados nesse tipo de pesquisa exige "dedicação" e "análises fidedignas".

Em relação aos métodos, segundo Gil (2002), as pesquisas podem ser classificadas de diferentes formas, tais como: pesquisas bibliográficas, experimental, documental, de campo, de levantamento, estudo de caso, pesquisa participante, pesquisa-ação e etnográfica. Levando em consideração que a presente investigação,

buscou realizar um levantamento das contribuições das pesquisas nacionais e internacionais, pode-se classificá-la, nesta etapa, como bibliográfica.

Para Lima e Miotto (2007), a pesquisa bibliográfica tem como objeto a busca por soluções, de materiais secundários, em uma série de conjunto ordenado, em observância àquilo que pedem os objetivos de estudo.

Gil (2008) descreve que a pesquisa bibliográfica está alicerçada exclusivamente a partir de fontes bibliográficas, constituídas de material já elaborado, principalmente de livros e artigos científicos.

Macedo (1995), define a pesquisa bibliográfica, em seu âmbito mais restrito, como uma busca de informações bibliográficas, através da seleção de documentos que relacionam com o problema de pesquisa em fonte secundária, e, no âmbito mais amplo, é entendida como o planejamento inicial de um trabalho de pesquisa, que é guiada por uma série de procedimentos metodológicos como identificar, localizar, obter, elaborar esquemas, transcrever e o enriquecimento do levantamento bibliográfico.

4.2 Percurso metodológico

A presente investigação, orientada metodologicamente sob os aspectos da pesquisa bibliográfica, debruçou-se numa delimitação temporal compreendida entre os anos 2001 a 2021, em artigos publicados na área de Ensino de Química e Ciências em periódicos nacionais e internacionais - nos idiomas espanhol e português, línguas predominantes na América do sul, -, lançando um olhar sob nosso objeto de estudo: o conteúdo “equilíbrio químico”.

1) Seleção dos periódicos nacionais e internacionais para estudo

A seleção dos periódicos partiu da busca *online* em revistas nacionais e internacionais, pelo termo "equilíbrio químico", nas plataformas do "Google Acadêmico", "Science.gov", "Portal de Periódicos CAPES/MEC", "Scielo", Selecionados os periódicos, estes foram categorizados, em conformidade com os parâmetros Qualis que se refere a um conjunto de procedimentos utilizados pela CAPES para estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação. O Qualis está dividido em oito estratos, em ordem decrescente de valor: A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C.

Os periódicos analisados foram associados a sua classificação no quadriênio 2013-2016, na área de ensino de química, estabelecida pela plataforma Sucupira, do Ministério da Educação. A relação desses periódicos é apresentada na Quadro 1.

Quadro 1 - Periódicos nacionais e internacionais

Periódicos nacionais		
Periódico	Classificação Qualis	Código
Acta Scientiae	B2	AS
Educação Química em Punto de Vista	B1	EQPV
Experiências em Ensino de Ciências	B1	EENCI
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	A2	RBPEC
Revista eletrônica Ludus Scientiae - (RELuS)	A3	RELuS
Revista Química Nova	B3	QN
Revista Ensaio	C	E
Revista Química Nova na Escola	B1	QNEsc

Periódicos internacionais		
Periódico	Classificação Qualis	Código
Educación y Humanismo	C	EH
Revista Electrónica de Tecnología Educativa	-	EDUTECH
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	A2	REEC
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	A1	REurEDC
Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología	B1	TE&ET
Revista Educación Química	B1	UNAN

Fonte: Próprio autor.

2) *Triagem a partir da leitura integral dos artigos encontrados e exclusão dos que não versam sobre o tema*

A *priori* foram considerados trinta e nove e a partir da leitura dos periódicos em análise, descartou-se todos que não relacionavam com o conteúdo ensino e aprendizagem de equilíbrio químico. E, dentre esses artigos, foram selecionadas 36 publicações em revistas nacionais e internacionais, conforme Apêndice 1.

3) *Análise dos artigos*

Com o propósito de facilitar a análise e interpretação dos dados da presente pesquisa, os seguintes aspectos metodológicos foram apresentados: *Caracterização, Aspectos metodológicos, Base teórica e Resultados das pesquisas*.

A *Caracterização* elencou o nome da revista, o título do artigo, o volume, o número e o ano da publicação, a instituição e o país de origem. Essa etapa *a priori* respeita o princípio da eficiência no processo de recuperação da informação, na credibilidade científica, na preservação de dados padronizados, conforme destaca Gulka e Silveira (2020).

Para *Aspectos Metodológicos* procurou-se classificar os periódicos em relação à natureza da pesquisa (teórica ou empírica), à abordagem da pesquisa (qualitativa ou quantitativa), e ao nível de ensino ao qual a publicação foi destinada (ensino fundamental, ensino médio ou educação superior).

Dentre os aspectos metodológicos, buscou identificar nos periódicos a natureza da pesquisa teórica que é guiada, no sentido de reconstruir teorias, condições explicativas da realidade, polêmicas e aperfeiçoamento dos fundamentos teóricos. E a pesquisa empírica que é norteadada pela face empírica e fatural da realidade (BAFFI, 2002).

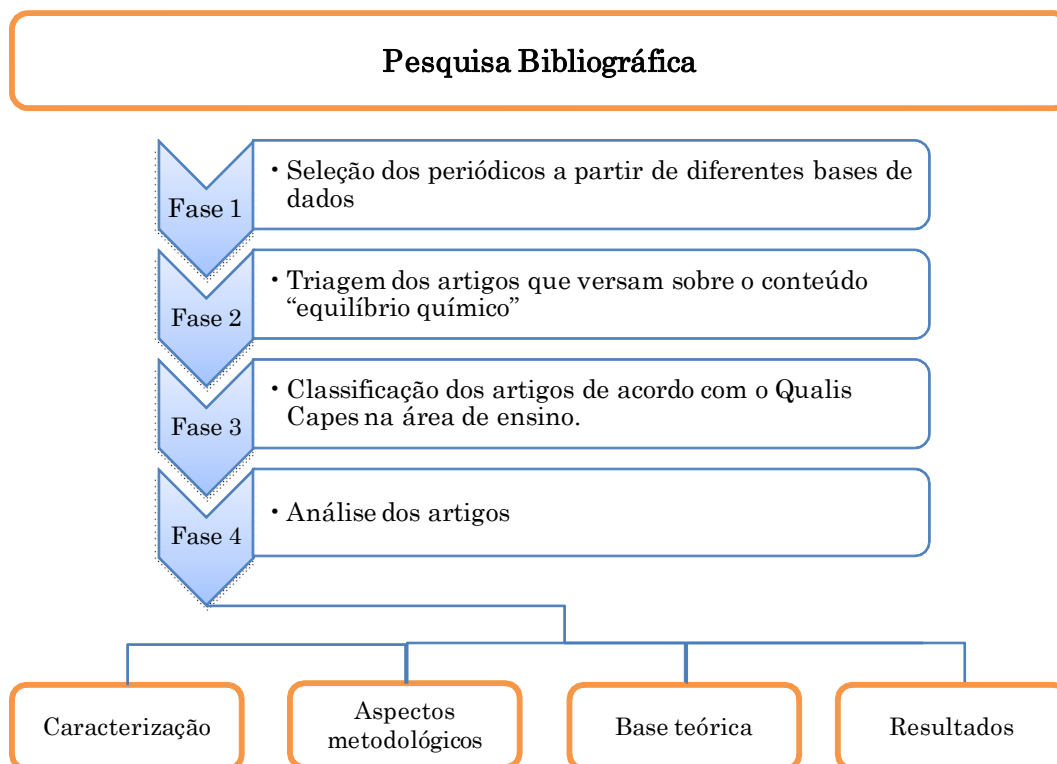
Para a abordagem da pesquisa, buscou-se nos periódicos identificar e classificar em quantitativa, qualitativa ou mista. O aspecto nível de ensino, tem a função de demonstrar o direcionamento e destinação dos periódicos.

Para o critério *Base teórica*, buscou-se indicar a fundamentação teórica e seus indícios nos periódicos em análise. Essa fundamentação teórica ampara e orienta a interpretação dos dados dos periódicos pesquisados.

Já os *Resultados das pesquisas* caracterizaram o fruto da análise dos periódicos e as contribuições para o ensino e aprendizagem do conteúdo equilíbrio químico a fim de responder à questão problema do presente trabalho.

Diante da explanação realizada acima, a pesquisa segue o percurso metodológico apresentado na Figura 5:

Figura 5: Fluxograma da pesquisa



Fonte: Próprio autor

Os artigos foram analisados e classificados de forma independente por dois pesquisadores (o autor deste trabalho e a sua orientadora), conforme os critérios estabelecidos e indicados na parte inferior da figura 5. As análises e classificações individuais foram confrontadas nas divergências entre os pesquisadores, discutidas e reavaliadas a fim de se estabelecer um acordo a respeito daquelas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o objetivo de viabilizar profundidade na análise das pesquisas sobre o ensino e aprendizagem de equilíbrio químico, a organização dos resultados está subdividida em: (1) Caracterização dos artigos; (2) Aspectos metodológicos; (3) Base teórica e (4) Resultados das pesquisas.

5.1 Caracterização

No período estipulado nesta pesquisa, 2001-2021, foram selecionados 36 artigos que versam sobre o ensino e aprendizagem dos conteúdos relacionados ao equilíbrio químico, sendo 25 trabalhos (69,44%) publicados em revistas brasileiras e 11 (30,56%)

em periódicos internacionais. O Quadro 2 apresentam a relação desses periódicos e o número de artigos publicados por período.

Quadro 2 - Quadro com relação de periódico e número de artigos publicados no período de cinco anos.

Periódico/Código	2001 a 2006	2007 a 2011	2012 a 2016	2017 a 2021	Total	%
AS	2	1	-	1	4	11,11
EQPV	-	-	-	1	1	2,78
EENCI	-	-	2	-	2	5,56
RBPEC	-	-	1	1	2	5,56
REEC	-	-	1	-	1	2,78
RELus	-	-	-	1	1	2,78
QN	-	2	2	-	4	11,11
E	-	1	-	-	1	2,78
QNEsc	4	4	-	1	9	25,00
Nacionais	6	8	6	5	25	69,44

Periódico/Código	2001 a 2006	2007 a 2011	2012 a 2016	2017 a 2021	Total	%
EH	-	1	-	-	1	2,78
EDUTECH	-	-	-	1	1	2,78
REEC	3	1	-	-	4	11,11
REurEDC	1	-	1	-	2	5,56
TE&ET	-	1	-	-	1	2,78
UNAN	2	-	-	-	2	5,56
Internacionais	6	3	1	1	11	30,56

Fonte: autor

Infere-se do Quadro 2 que o periódico que mais publicou sobre o conteúdo equilíbrio químico, foi a revista Química Nova na Escola (QNEsc), com aproximadamente 25% das produções brasileiras. Esta revista possui elevada representatividade acadêmica e profissional, fornecendo importantes contribuições à comunidade de educadores químicos do Brasil.

Já no âmbito dos periódicos internacionais, a *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* (REEC) apresentou uma importante produção (30,56%) sobre o tema, apesar de não ser uma revista exclusiva para as pesquisas da área do Ensino de Química. A REEC dedica-se à investigação sobre os processos de ensino e a aprendizagem das ciências experimentais nos diferentes níveis.

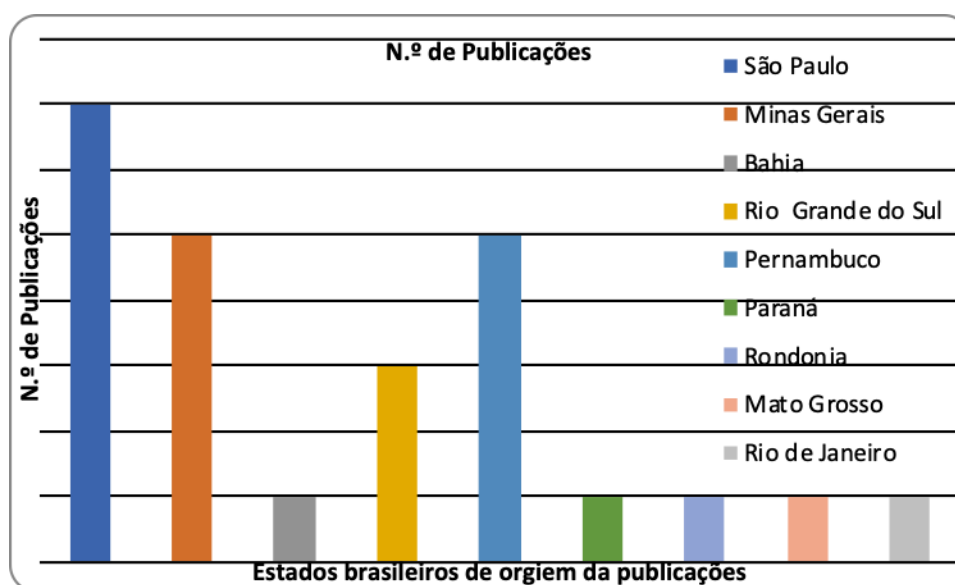
Outra informação detectada foi a predominância de artigos nacionais (69,44%) sobre o conteúdo equilíbrio químico. Desta forma, percebe-se válido a importância que o tema possui para os pesquisadores brasileiros. Certifica ainda que a construção do processo de ensino e aprendizagem passa pelo caminho de reconhecer as concepções alternativas à discussões de técnica e ferramenta auxiliativa dedicadas ao conteúdo, visto que diversos autores (SCHMIDT et al., 2009; COOPER et al., 2015) enfatizam a importância do conteúdo para a compreensão de uma diversidade de fenômenos no cotidiano.

A ampliação do conhecimento passa pelo crescimento de recursos humanos, investimentos em infraestruturas e com as organizações das sociedades científicas proporcionou o aumento dos encontros científicos, que visam ampliar a troca de conhecimento e a exaustão na exploração de uma determinada área de conhecimento conforme Nascentes *et al.* (2017).

Ponderando a relevância do tema é preciso aumentar a produção científica em relação aos conteúdos referentes ao equilíbrio químico, pois a maioria dos trabalhos analisados enfatiza a relevância do tema para o entendimento das mais diversas áreas da Química e suas correlações.

Com o objetivo de identificar a origem das instituições que os pesquisadores pertencem, a Figura 6 apresenta o número de artigos publicados por estado no período estipulado.

Figura 6 - Relação de publicação por Estados brasileiros.



Fonte: Próprio autor

Dos nove estados que publicaram artigos, sobressai o Estado de São Paulo com sete publicações sobre o tema em análise, que corresponde à 28% do total de publicação do Brasil sobre equilíbrio químico. Outros Estados que destacam são Pernambuco e Minas Gerais com 5(cinco) artigos cada, percentual de 20% cada.

Essa análise contribui e identifica que o tema vem sendo pesquisado, discutido e divulgado por pesquisadores brasileiros, ressaltando a importância do equilíbrio químico para a compreensão de diversos fenômenos. Além disso, relata a carência por parte dos estudantes no que tange a interpretação submicroscópica dos conceitos de equilíbrio químico. Em relação a isso, Bertotti (2011) ressalta que os estudantes até conseguem resolver os algoritmos que envolvem equilíbrios químicos, mas não possuem sucesso ao tentar explicar em nível atômico-molecular o que ocorre nos sistemas em estudo.

5.2 Aspectos metodológicos

Com relação aos aspectos metodológicos, os periódicos foram categorizados da seguinte forma:

- a) Natureza da pesquisa;
- b) abordagem da pesquisa;
- c) nível de ensino.

O resultado dessa análise é apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Resultados referentes aos aspectos metodológicos dos artigos analisados

	Frequência	Porcentagem (%)
<i>Natureza da pesquisa</i>		
Teórico	12	33,33
Empírico	24	66,67
<i>Abordagem da pesquisa</i>		
Qualitativa	28	77,78
Quantitativa	5	13,89
Mista	3	8,33
<i>Nível de ensino</i>		
Ensino Fundamental	-	0,00

Ensino Médio	18	50,00
Educação Superior	14	38,89
Outros (técnico, EM/ES, Capacitação de Professores)	4	11,11

Fonte: autor

Na análise do Quadro 3 é possível identificar que aproximadamente 33% dos artigos abordam os fundamentos teóricos relacionados ao equilíbrio químico no ensino de Química. Tais trabalhos apresentam os conceitos científicos trabalhados na educação formal, bem como retratam as implicações didático-pedagógicas no desenvolvimento teórico inapropriado do conteúdo em questão.

Em relação ao exposto, Tarhan *et al.* (2008) afirmam que o conteúdo de equilíbrio químico precisa de uma maior atenção da educação química, pois esse conteúdo é potencial causador de concepções alternativas, o que dificulta a aprendizagem (em todos os níveis) de conceitos que são o cerne para a química, tais como: termodinâmica, cinética química, solubilidade, reação química entre outros. Os autores ressaltam a relevância de mais estudos teóricos que fundamentem as atividades em sala de aula dos professores, em todos os níveis de ensino, em relação ao conteúdo de equilíbrio químico.

A maior parte dos trabalhos possui abordagem empírica (66,67%), cujas pesquisas buscaram enfatizar a utilização de estratégias de ensino para minimizar as dificuldades de aprendizagem do tema em estudo, como modelagem, analogias, e sequência de didática.

Ainda em relação as pesquisas empíricas, Bertotti (2011) em seu trabalho avaliou as dificuldades de aprendizagem de alguns conceitos qualitativos e quantitativos, identificando as deficiências e concepções erroneamente incorporadas pelos estudantes que recém foram ingressados aos cursos de Química do IQ-USP, aos quais tem sido aplicada uma prova na primeira semana de aulas com o objetivo de avaliar o nível de conhecimentos em conceitos básicos de Química.

Diante do exposto, as pesquisas empíricas possuem um papel fundamental para a educação. É por meio delas que conseguimos esboçar as principais lacunas que ocorrem nos processos de ensino e aprendizagem em todos os níveis de ensino. Além disso, é possível detectar concepções alternativas, obstáculos à aprendizagem, metodologias de

ensino, bem como propor possíveis soluções com o intuito de contribuir com a educação química.

Em relação à abordagem das pesquisas, buscou identificar os periódicos em qualitativo e/ ou quantitativos, o que corresponde, respectivamente, aos percentuais de 77,78% e 13,89%. Essa análise evidencia que a área segue uma tendência metodológica qualitativa, a qual se destina a compreender os processos e relações escolares nos âmbitos institucionais e culturais, possibilitando a socialização e sociabilidade em suas diversas implicações com o cotidiano (ANDRÉ e GATTI, 2014).

Para Zanette (2017) a abordagem qualitativa se configura em refletir sobre a produção do conhecimento, dando importância às múltiplas influências externas e internas, para garantir o avanço do saber na dinâmica do processo educacional.

Em relação ao nível de ensino, verificou-se predominância de trabalhos voltados para o ensino médio (EM) correspondendo ao percentual de 50,00% e 38,89% vinculado ao Ensino Superior (ES), demonstrando um forte interesse acadêmico em contribuir com a qualidade da formação superior. Não foi encontrado nenhum trabalho destinado ao ensino fundamental, pois o conteúdo está restrito ao Ensino Médio.

Em relação ao conteúdo de equilíbrio químico desenvolvido no ensino médio é preciso desenvolver a capacidade de transitar entre os níveis de conhecimento químico. É fundamental que os estudantes compreendam os conceitos em nível submicroscópico associados à compreensão do modelo cinético molecular da matéria. Estratégias de ensino podem e devem ser adaptadas com o objetivo de contribuir com os estudantes do nível médio a reduzir a sua dependência pela mera memorização de conceitos na interpretação de fenômenos.

5.3 Base teórica

Referente à base teórica emergiram duas categorias - Teoria sobre o equilíbrio químico e Construtivismo -, as quais se encontram sistematizadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Resultados encontrados referentes à base teórica dos artigos analisados.

Base teórica			
Categoria	Subcategorias	Nº artigos	Ocorrência (%)
Teoria sobre equilíbrio químico	Equilíbrio químico sob a ótica de fisico-químico	1	16,67

	Análise de modelos atômicos para explicar os fenômenos no equilíbrio químico - No Ensino.	4	
	Ensino de equilíbrio químico através da Fisico-química	1	
Construtivismo	Analogia	5	83,33
	Experimentação	2	
	Modelagem	5	
	Tics	5	
	Concepções Alternativas	4	
	PDL e Estudo de caso	6	
	Jogos didático	3	

Fonte: autor.

A base teórica predominante dos trabalhos desenvolvidos foi o construtivismo, correspondendo a 83,78% do total das publicações. Desses artigos, 6 (16,67%) abordam o construtivismo de forma explícita, 4 trabalhos (11,11%) utilizam autores construtivistas nas fundamentações teóricas e 21 investigações não referenciam de forma explícita, entretanto, ressaltam a importância de detectar as concepções alternativas dos estudantes, o que pode implicar em vinculação indireta com a teoria construtivista.

A teoria construtivista é extremamente influente e significativa no ensino contemporâneo, principalmente na Educação Química. De acordo com Cachapuz (2011), existe um consenso construtivista no ensino das Ciências que se evidencia na superação do paradigma da aprendizagem por transmissão-recepção. O construtivismo se apresenta como uma teoria que leva em consideração a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento e não a simples assimilação e acumulação do conhecimento adquirido, por meio do professor ou livros didáticos.

Além disso, dentro da perspectiva construtivista, observou-se uma tendência na análise das concepções alternativas (CAROBIN e SERRANO, 2007; RAVIOLO e AZNAR, 2003). Os autores defendem a relevância das concepções alternativas no processo de construção do conhecimento. Desta maneira, com o surgimento das ideias construtivistas o aluno ganhou mais espaço, tendo suas concepções valorizadas, sendo visto e tornando-se sujeito ativo no processo de aprendizagem.

O trabalho dos autores Carobin e Serrano (2007), destacou as concepções alternativas estreitamente associadas aos fenômenos de aprendizagem de Equilíbrio Químico no âmbito da Reversibilidade, no Equilíbrio Químico Dinâmico, na visualização de Sistemas em Equilíbrio a partir de representações Compartimentalizadas, na analogia molar, na aproximação (taxa) do Equilíbrio Químico, na aplicação do Princípio de Le Chatelier em sistemas em Equilíbrio Químico.

Para artigos fundamentados na teoria sobre equilíbrio químico que corresponde ao percentual de 8,11% dos artigos, destaca-se a análise do trabalho dos autores Sabadini e Bianchi (2007) que indica um ganho se a abordagem de equilíbrio químico no Ensino Médio fosse feita do ponto de vista termodinâmico. Assim, eles destacam:

O conceito de equilíbrio químico seria apresentado de forma precisa. A inserção das reações químicas nas transformações gerais da natureza evitaria a desnecessária fragmentação de conceitos. No entanto, é necessário considerar que nessa abordagem estão presentes novos conceitos como espontaneidade, extensão de uma reação, entropia e energia livre (SABADINI e BIANCHI, 2007, p. 4).

Em relação aos artigos que apresentaram estratégias de ensino, encontrou-se uma diversidade de propostas para o desenvolvimento do conteúdo de equilíbrio químico, tais como: ensino por analogias, ensino fundamentado em modelagem, experimentação, tecnologias da informação e comunicação (TIC), PBL, estudos de casos e jogos didáticos. Diante disso, percebe-se um quantitativo significativo de estratégias diferenciadas e infere-se que existe uma preocupação com o processo de ensino e aprendizagem do tópico de equilíbrio químico.

5.4 Resultados

Os principais resultados apresentados nos artigos foram sistematizados em duas subcategorias: *Concepções alternativas mais recorrentes e Proposta de ensino*.

5.4.1 Concepções alternativas mais recorrentes

Pesquisas sobre as concepções alternativas foram identificadas em artigos com uma diferença temporal de aproximadamente 10 anos (HERNANDO, et al, 2003; GRAU, et al, 2014) e algumas pesquisas evidenciaram que elas estão presentes no nível

básico e no ensino superior. A seguir, são apresentadas as concepções alternativas mais recorrentes sobre equilíbrio químico nos artigos analisados:

(i) Não considera a reversibilidade da reação (CAROBIN e SERRANO, 2007). O trabalho dos autores Teixeira Júnior e Silva (2009), cujo objetivo era representar através de modelo o equilíbrio químico, realça a evidência em não considerar a reversibilidade da reação, conforme figura 7.

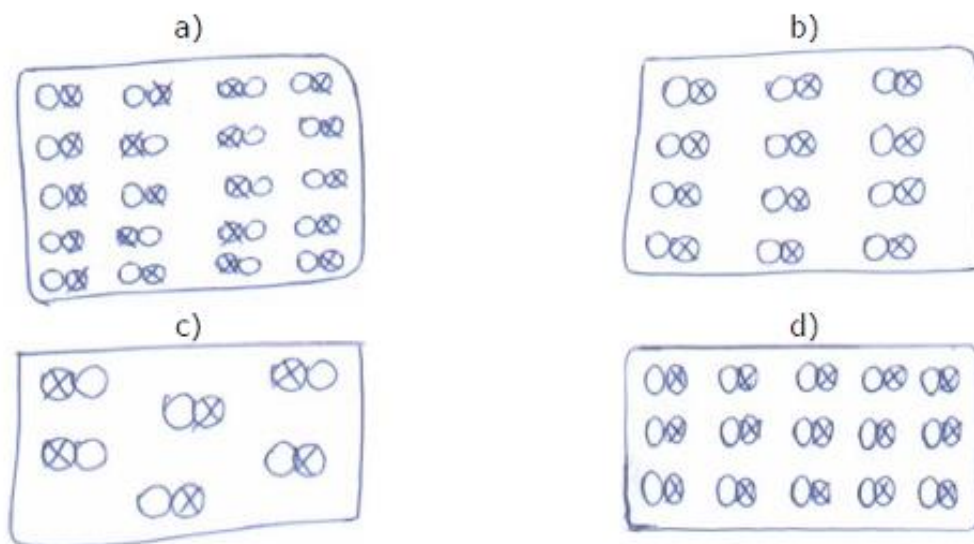


Figura 7. Imagem do trabalho de Teixeira Júnior e Silva (2009) em que mostra os modelos representativos de um sistema em equilíbrio químico, em que se pode observar que todos os reagentes foram transformados em produtos.

(ii) No equilíbrio químico dinâmico desconsideram a representação dos fenômenos nos três níveis (macroscópico, simbólico e submicroscópico) (CAROBIN e SERRANO, 2007; TEIXEIRA JÚNIOR e SILVA, 2009; HERNANDO, et al, 2003). Para exemplificar, no trabalho Hernando, et al (2003), foi apresentada a seguinte questão: "O pentacloreto de gás de fósforo, PCl_5 , se decompõe a 30°C em gases tricloreto de fósforo, PCl_3 , e cloro, Cl_2 . A reação ocorre em um erlenmeyer fechado" (HERNANDO, et al, 2003, p.5), o maior percentual das respostas dos alunos considera apenas o caráter macroscópico da reação.

(iii) Visualizações que expressam cada substância da equação de um sistema em Equilíbrio em recipientes separados, de forma compartimentalizada (CAROBIN e SERRANO, 2007; RAVIOLO e AZNAR, 2003). Para fim de exemplificação, o trabalho dos autores Teixeira Júnior e Silva (2009), cujo objetivo de uma questão era representar, através de um modelo, um sistema em equilíbrio químico.

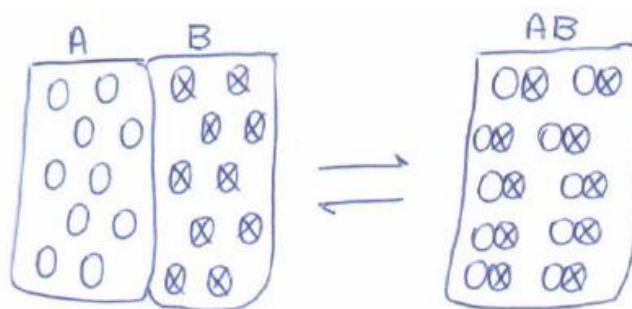


Figura 8. Resultados do estudo desenvolvido por Teixeira Júnior e Silva (2009) em que é apresentado o modelo representativo de um sistema em equilíbrio químico, no qual é evidenciado o aspecto de compartimentalização do sistema.

(iv) Na analogia molar, as principais dificuldades encontradas são diferenciar coeficiente estequiométricos da equação e as quantidades das concentrações das substâncias presentes em uma reação química (CAROBIN e SERRANO, 2007; GRAU, et al, 2014; RAVIOLO e AZNAR, 2003);

(v) Na aproximação do equilíbrio químico, tem-se a concepção que as taxas de reação direta e inversa, respectivamente aumentam, ou em outros casos, taxa de reação direta aumenta com o tempo e, a taxa de reação inversa diminui, até que o equilíbrio é alcançado, vice-versa (CAROBIN e SERRANO, 2007; GRAU, et al, 2014);

(vi) Assumem que a constante de equilíbrio termodinâmico para gases ideais depende da temperatura, mas nem todos entendem que só depende dessa variável (GRAU, et al, 2014; HERNANDO, et al 2003);

(vii) No Princípio de Le Chatelier, decorrentes da perturbação de um sistema em equilíbrio:

- Na Concentração sendo alterado por um aumento da concentração de um reagente, provocará um aumento na velocidade direta e produzirá um aumento na concentração dos produtos (CAROBIN e SERRANO, 2007; HERNANDO, et al, 2003; TEIXEIRA JÚNIOR e SILVA, 2009);
- Temperatura quando um sistema em equilíbrio for perturbado por um aumento da temperatura, isto implica a concepção de um aumento de ambas as velocidades, direta e inversa (CAROBIN e SERRANO, 2007; HERNANDO, et al, 2003; TEIXEIRA JÚNIOR e SILVA, 2009).

Diante do fato de o conteúdo equilíbrio químico estar inserido dentro da área da química, e considerando a importância para o desenvolvimento do conhecimento científico, uma vez que engloba uma grande quantidade de outros conceitos, além de possuir uma ampla riqueza conceitual que possibilita a interação entre diversas áreas do

conhecimento, ele torna-se um tema fundamental na compreensão e interpretação de diversos fenômenos do mundo no qual estamos inseridos (SANTOS *et al*, 2016).

Para Machado e Aragão (1996), devido a essa complexidade o conteúdo equilíbrio químico é considerado um dos assuntos mais complicados e difíceis de ensinar e aprender, e um dos mais problemáticos de se trabalhar na sala de aula. Para fim de análise e discussão sobre o conteúdo tem-se muitos periódicos com contribuições para o processo de aprendizagem de equilíbrio químico por meio de estratégias que evidenciam a importância dos três níveis de representação do conhecimento, bem como o desenvolvimento de estratégias que coloquem o aluno no centro do processo educativo.

5.4.2 Propostas para o ensino de equilíbrio químico

Foi possível encontrar uma diversidade de estratégias desenvolvidas para abordar equilíbrio químico no âmbito do ensino: cinco trabalhos (13,51%) utilizaram TIC's como ferramenta de ensino; dois (5,8%) desenvolveram atividades experimentais de caráter demonstrativo; quatro (10,81%) desenvolveram atividades de modelagem; seis (16,21%) utilizaram os estudos de casos e PBL e três (8,1%) apresentaram jogos didáticos e sete (18,91%) trabalharam com analogia. Isso sinaliza que variadas estratégias vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de favorecer a aprendizagem do conteúdo relacionado ao equilíbrio químico.

Raviolo e Garritz (2007) revelaram que a utilização de analogias se constituiu como uma estratégia relevante para o ensino do conteúdo em questão devido à complexidade e a abstração dos conceitos relacionados. Os autores afirmaram que, por exemplo, a natureza reversível da reação e natureza dinâmica do equilíbrio podem ser facilmente visualizadas por meio das analogias, porém é necessário que os professores fiquem atentos às limitações postas.

Neste sentido, um aspecto limitante importante ressaltado pelos autores refere-se à utilização de analogias que ilustram um estado de equilíbrio estático, poucas analogias demonstram o dinamismo das reações. Desta forma, ressaltam a importância de aliar as analogias a outras estratégias como os jogos didáticos. Além disso, destacam que a analogia dificilmente proporciona uma imagem submicroscópica em nível atômico-molecular ou iônico.

Maia *et al* (2004) desenvolveram atividades experimentais para os conceitos de equilíbrio químico e relacioná-los com o fenômeno da chuva ácida. Os autores comentam que para o ensino desse conteúdo é importante a busca de estratégias com vistas a superação de problemas de aprendizagem, especialmente para os conceitos complexos que exigem altos níveis de abstração. Por fim, os autores afirmam que os processos de aprendizagem são favorecidos por um sistema participativo aliados às atividades experimentais, que contribui para a construção de um conhecimento mais consistente em nível atômico-molecular.

Cordero (2011) afirma que a estratégia de aprendizagem baseadas em problemas (PBL) é efetiva, pois para a compreensão dos conteúdos de equilíbrio químico, os estudantes puderam fazer um diagnóstico de suas próprias necessidades de aprendizagem, bem como puderam compreender a importância de trabalhar colaborativamente, desenvolver habilidades de resolução de problemas, análises, síntese de informação e ao mesmo tempo comprometer-se com seu processo de aprendizagem.

Com base nas leituras dos artigos, vale ressaltar que os métodos utilizados pelos pesquisadores relacionados contribuem de forma significativa com o ensino e aprendizagem do conteúdo equilíbrio químico.

Dentre outros, destaca-se também o trabalho dos pesquisadores Raviolo e Aznar (2003). Os autores propuseram os seguintes cuidados ao abordar equilíbrio químico:

- Trabalhar a interpretação molecular, levando em conta os princípios da estequiometria, discriminar equações reversíveis, concentração de massa e velocidade de reação;
- Propor atividades que façam o aluno diferenciar variáveis constantes, aspectos de equilíbrio químico, trabalhar com analogia com as devidas ressalvas, diagramas químicos e de entalpia, propor formas de raciocínio que favoreça a compreensão do caráter dinâmico do equilíbrio dinâmico.
- Definir o conceito de equilíbrio químico distinguindo do significado da palavra "equilíbrio" do sentido cotidiano.
- Utilizar gráfico de concentração versus tempo, para ilustrar sistema em equilíbrio quando perturbado. Enfatizar o efeito de temperatura no equilíbrio relacionando à entalpia; distinguir: equilíbrio inicial, modificado (ou perturbado, fora de equilíbrio) e equilíbrio final; trabalhar várias metodologias no tratamento de sistemas em equilíbrio

perturbado, estudo das taxas de reação, o princípio de Le Chatelier, e a abordagem termodinâmica; trabalhar com abordagem termodinâmica no uso do quociente de reação Q_c e a constante de equilíbrio K_c para prever a evolução de um equilíbrio químico perturbado e da equação de van't Hoff;

- Cautela ao trabalhar o termo reação direta e inversa para não ser associado quantidade de produtos e reagentes; explorar profundamente o modelo cinético molecular; Discriminar espontaneidade.
- Catalisadores: Trabalhar sistema em equilíbrio ao adicionar catalisador; aplicabilidade dos catalisadores na indústria.

Os resultados dos trabalhos analisados revelaram que as concepções alternativas dos estudantes podem se tornar um obstáculo significativo na aprendizagem do conteúdo de equilíbrio químico. Diante disso, a utilização de estratégias diferenciadas (analogias, resolução de problemas, atividades experimentais, TIC's, modelagem) mostraram bons resultados, bem como contribuíram de forma significativa no desenvolvimento de habilidades de compreensão/visualização do conhecimento químico a partir dos três níveis de representação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente análise partiu do princípio de que o conteúdo equilíbrio químico está inserido em um grande grupo de conceitos da química de difícil compreensão conceitual devido ao seu caráter abstrato. Desta forma, a grande motivação em pesquisar sobre o processo de ensino e aprendizagem dentro do conteúdo equilíbrio químico, está ligado ao quanto esse assunto é essencial e exigido nas quatro grandes áreas da química, orgânica, analítica, inorgânica e físico-química, contrapondo com o descuido no âmbito do Ensino Médio.

Os resultados da investigação fizeram-nos refletir sobre assuntos que impactam diretamente o ensino de equilíbrio químico, tanto em nível básico como superior. Foi possível sinalizar que uma das principais tendências dos trabalhos se refere às investigações sobre as concepções alternativas dos estudantes, as quais abordaram uma diversidade de aspectos conceituais atrelados ao conteúdo de equilíbrio químico. Conhecer as ambiguidades, equívocos e confusões apresentadas pelos estudantes,

segundo Fernandes e Campos (2012), estabelece o ponto de partida para que os educadores e pesquisadores da área do ensino de Química possam organizar e desenvolver estratégias que contribuam de forma efetiva com as possíveis evoluções conceituais deste conteúdo pelos educandos

Implicações para o Ensino de Química

Por meio da análise dos resultados apresentados nos periódicos, destacam-se algumas implicações para o ensino de equilíbrio químico que puderam ser inferidas a partir dessa análise:

- Considerando a importância do conteúdo equilíbrio químico na Educação Superior, para fim de qualificar e contribuir de forma efetiva para os processos de ensino e aprendizagem, é necessário o desenvolvimento de mais produções teóricas e que, principalmente, tenham alcance nas escolas públicas brasileiras. É um conteúdo que potencializa e tem um alcance no ensino extrapolando o Ensino Médio.
- Utilizar a base teórica construtivista para elaborar estratégias de ensino, pois percebeu-se que esses pressupostos favorecem um processo em que o estudante se torna ativo na construção do conhecimento.
- A utilização de diferentes estratégias como: analogias, resolução de problemas, atividades experimentais, TIC's e modelagem mostraram-se eficazes no que se refere ao aprendizado dos conceitos referentes ao equilíbrio químico.

Por fim, este trabalho não esgota as possibilidades de pesquisas sobre as relações entre o equilíbrio químico e os processos de ensino e aprendizagem, apenas as sinaliza. A educação pública brasileira carece de mais estudos que contemplem, por exemplo, como a compreensão de fenômenos do dia a dia pode ser favorecida pelo entendimento do conteúdo de equilíbrio químico.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉ, Marli; GATTI, Bernardete A. **Métodos qualitativos de pesquisa em educação no Brasil: origens e evolução.** Programa de Formação em Pesquisa e Pós-Graduação. Módulo VII. Pesquisa Qualitativa, parte II, v. 26, 2014.

BAFFI, Maria Adelia Teixeira. **Modalidades de pesquisa: um estudo introdutório.** Pedagogia em foco: fundamentos da educação, 2002.

BEDIN, E., CASSOL, C., **Ensino de Equilíbrio Químico na Educação Básica: das analogias às atividades experimentais,** XVIII ENEQ, 2016.

BERTOTTI, Mauro. **Dificuldades conceituais no aprendizado de equilíbrios químicos envolvendo reações ácido-base.** Química Nova, v. 34, n. 10, p. 1836-1839, 2011.

CAROBIN, Claudia; SERRANO, Agostinho. **Uma revisão das concepções alternativas em Equilíbrio Químico dentro do enfoque dos diferentes níveis de representação/A revision of the alternative conceptions in Chemical Equilibrium within the different level of representation of a chemical phenomena.** Acta Scientiae, v. 9, n. 2, p. 131-143, 2007.

CARRASCO DELGADO, Omar. **O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM E A PRÁTICA DOCENTE: REFLEXÕES** Eva Alves da Silva¹.

CORDERO, Juana Domitila Asuaje. Estrategias de enseñanza basadas en el estudiante para el aprendizaje del equilibrio químico. Educación y Humanismo, v. 13, n. 21, p. 83-98, 2011.

FERNANDES, Rebeca Chiacchio Azevedo et al. **Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de ciências nas séries iniciais da Escolarização (1972-2005),** dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 2009.

FIGUEIRÊDO, Alessandra Marcone Tavares Alves et al. **Experimentação Contextualizada sobre Equilíbrio Químico para Turma de Ensino Médio.** INTERNATIONAL JOURNAL EDUCATION AND TEACHING (PDVL) ISSN 2595-2498, v. 1, n. 1, p. 91-109, 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GOMES, Juliana do Nascimento. RECENA, Maria Celina Piazza. **Concepções sobre Equilíbrio Químico de alunos ingressantes no curso de Química – Licenciatura da UFMS,** 2008.

GULKA, Juliana Aparecida; DA SILVEIRA, Lúcia. **Revisão de metadados para consistência de artigos publicados em acesso aberto.** RevIU. Revista Informação & Universidade, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2020.

HERNANDO, Moncaleano et al. **Comprensión del equilibrio químico y dificultades en su aprendizaje**. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, p. 111-118, 2003.

LEVINE, I. N. **Físico-Química**. Vol. 1, 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

LOPES, Alice RC. **Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências**. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, p. 324-330, 1993.

MACEDO, Neusa Dias. **Iniciação à pesquisa bibliográfica**. Edições Loyola, 1995.

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

MARTÍNEZ-GRAU, Manel; SOLAZ-PORTOLÉS, Joan Josep; SANJOSÉ, Vicent. **Propuesta de un test para determinar el conocimiento conceptual de estudiantes universitarios sobre la constante de equilibrio químico y su aplicación en estudiantes españoles**. Química Nova, v. 37, p. 740-744, 2014.

MOL, G. S., **Pesquisa Qualitativa em Ensino de Química**, Revista Pesquisa Qualitativa, v. 5, n. 9, p. 495-513, 2017

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

NASCENTES, Clésia Cristina; KORN, Maria das Graças Andrade; ZANONI, Maria Valnice Boldrin. **Química Analítica no Brasil: atualidades, tendências e desafios**. Química Nova, v. 40, p. 643-649, 2017.

NASCIMENTO, Francisco Paulo do. **Classificação da Pesquisa. Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos**. **Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática—como elaborar TCC**. Brasília: Thesaurus, 2016

PRADO, Kamila Ferreira. **Livros didáticos e concepções de professores: a História da Ciência no ensino de Equilíbrio Químico**. 2016.

RAVIOLO, Andrés. **Las imágenes en el aprendizaje y en la enseñanza del equilibrio químico**. Educación Química, v. 17, n. 4e, p. 300-307, 2006.

RAVIOLO, Andrés; MARTÍNEZ AZNAR, Mercedes. **Una revisión sobre las concepciones alternativas de los estudiantes en relación con el equilibrio químico**. Clasificación y síntesis de sugerencias didácticas. Educación Química, v. 14, n. 3, p. 159-165, 2003.

SABADINI, E.; BIANCHI, JC de A. **Ensino do conceito de equilíbrio químico: uma breve reflexão**. Química Nova na Escola, v. 25, p. 10-13, 2007.

SANTOS QUEIROZ, Ariadne. **Contribuições do ensino de ligação iônica baseado em modelagem ao desenvolvimento da capacidade de visualização.** 2009.

SANTOS, Ana Carla de Oliveira, ANDRADE, Tatiana Santos e IZAIAS, Renata Daphane. **Concepções de equilíbrio e equilíbrio químico:** Uma alternativa para a construção do conhecimento científico. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), 2016

SANTOS, SAULO CÉZAR SEIFFERT; TÉRAN, AUGUSTO FACHÍN. **Aprendizagem significativa, modelos mentais e analogias no contexto construtivista:** uma aproximação possível para a educação em ciências. Educação em Ciências na Amazônia: múltiplos olhares. Manaus: UEA/Escola Normal Superior/PPGEECA, 2011.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos (coord.). **Química cidadã:** volume 2: química: ensino médio, 2ª série / -- 3. ed. -- São Paulo : Editora AJS, 2016. -- (Coleção química cidadã)

SCHNETZLER, Roseli P. **A pesquisa em ensino de química no Brasil:** conquistas e perspectivas. Química nova, v. 25, p. 14-24, 2002.

SILVA, Joseane da Conceição Soares; AMARAL, Edenia Maria Ribeiro. **Uma análise de estratégias didáticas e padrões de interação presentes em aulas sobre equilíbrio químico.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, p. 985-1009, 2017.

TEIXEIRA JÚNIOR, José Gonçalves; SILVA, Rejane Maria Ghisolfi. **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.

ZANETTE, Marcos Suel. **Pesquisa qualitativa no contexto da Educação no Brasil.** Educar em Revista, p. 149-166, 2017.

8 Apêndice 1

Caracterização dos Artigos				
Autores	Ano	Título do Artigo	Periódico	Volume(Número)
BERTOTTI, Mauro	2011	Dificuldades conceituais no aprendizado de equilíbrios químicos envolvendo reações ácido-base	Química Nova	34(10)
NERY, Alessandro Ranulfo Lima; BASSI, Adalberto Bono Maurizio Sacchi	2011	Condições de equilíbrio termodinâmico: a função disponibilidade	Química Nova	34(1)
RAVILOLO, Andrés; GARRITZ, Andoni	2008	Analogias no ensino do equilíbrio químico	Química Nova na Escola	[27]
SOUZA, K. A. F. D.; CARDOSO, A. A	2008	Aspectos macro e microscópicos do conceito de equilíbrio químico	Química Nova na Escola	[27]
SABADINI, E.; BIANCHI, JC de A	2007	Ensino do conceito de equilíbrio químico: Uma breve reflexão	Química Nova na Escola	[25]
SENE, J. J. et al	2006	Equilíbrio Químico de Sais Poucos Solúveis e o Caso Celobar	Química Nova na Escola	[24]
TEIXEIRA, Karina Imaculada Rosa; BUENO, Audrey Cristina; CORTÉS, Maria Esperanza	2010	Processos Físico-Químicos no Biofilme Dentário Relacionados à Produção da Cárie	Química Nova na Escola	32(3)
SILVA, Aroldo N.; PATACA, Ermelinda M	2018	O Ensino de Equilíbrio Químico a partir dos trabalhos do cientista alemão Fritz Haber na síntese da amônia e no programa de armas químicas durante a Primeira	Química Nova na Escola	40(1)
MAIA, Daltamir J. et al	2005	Chuva ácida: Um experimento para introduzir conceitos de equilíbrio químico e acidez no Ensino médio	Química Nova na Escola	[21]

SOARES, M. H. F. B.; OKUMURA, Fabiano; CAVALHEIRO, E. T. G	2003	Proposta de um jogo didático para o Ensino do conceito de Equilíbrio Químico	Química Nova na Escola	[18]
MILAGRES, Vânia SO; JUSTI, Rosária S	2001	Modelos de ensino de equilíbrio químico - algumas considerações sobre o que tem sido apresentado em livros didáticos no ensino medio	Química Nova na Escola	[13]
MARTÍNEZ-GRAU, Manel; SOLAZ-PORTOLÉS, Joan Josep; SANJOSÉ, Vicent	2014	Propuesta de un test para determinar el conocimiento conceptual de estudiantes universitarios sobre la constante de equilibrio químico y su aplicación en estudiantes españoles	Química Nova	37(4)
NETO, Hélio da Silva Messeder; DE MORADILLO, Edilson Fortuna	2017	Abordagem contextual lúdica e o ensino e aprendizagem do conceito de equilíbrio químico: o que há atrás dessa cortina?	Revista eletrônica Ludus Scientiae - (RELuS)	1(1)
DE SOUZA, Larissa Oliveira et al	2017	Observando a dinâmica do contrato didático em aulas de equilíbrio químico	Educação Química em um ponto de vista	1(1)
DA SILVA, Joseane da Conceição Soares; DO AMARAL, Edenia Maria Ribeiro	2017	Uma Análise de Estratégias Didáticas e Padrões de Interação Presentes em Aulas sobre Equilíbrio Químico	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	17(3)
BERTELLE, Adriana Haydée; ROCHA, Adriana Leticia; DOMÍNGUEZ CASTIÑEIRAS, José Manuel	2014	Análisis de las discusiones de los estudiantes en una clase de laboratorio sobre el equilibrio químico	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	11(2)
VIEIRA, Hugo; MORAIS, Carla; PAIVA, João	2014	Dinâmicas de inquiry no estudo de perturbações a um estado de equilíbrio químico	Química Nova	37(9)

VERMOUTH, Nelia; CADILE, María Silvia	2011	Los Applets y la Mediación Pedagógica en la Enseñanza del Equilibrio Químico	Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología	[6]
CORDERO, Juana Domitila Asuaje	2011	Estrategias de enseñanza basadas en el estudiante para el aprendizaje del equilibrio químico	Educación y Humanismo	13(21)
CANDELA, Boris Fernando	2021	El diseño y desarrollo de animaciones como estrategia que ayuda a mediar la comprensión del equilibrio químico en la escuela	EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa	[75]
SOLSONA, N. et al	2004	Explorando el desarrollo de perfiles conceptuales de los estudiantes acerca del equilibrio químico	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	2(2)
ANDRADE, Gabriela Mara de Paiva Campos; MOZZER, Nilmara Braga	2016	Análise dos Questionamentos do Professor em Atividades Fundamentadas em Modelagem Analógica	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	16(3)
TEIXEIRA JÚNIOR, José Gonçalves; SILVA, Rejane Maria Ghisolfi	2009	Investigando a temática sobre equilíbrio químico na formação inicial docente	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	8(2)
FABIÃO, Luís Samuel; DUARTE, Maria C	2005	Dificuldades de produção e exploração de analogias - um estudo no conteúdo equilíbrio químico com alunos/futuros professores de ciências	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	4(1)
RAVILOLO, Andrés	2006	Las imágenes en el aprendizaje y em la enseñanza del equilibrio químico	Revista UNAM	17(4e)
MENDONÇA, Paula CC; JUSTI, Rosária S.; FERREIRA, Poliana FM	2005	Analogias usadas no ensino de equilíbrio químico: compreensões dos alunos e papel na aprendizagem	ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	-

DA ROCHA, Edimarcio Francisco; DE MELLO, Irene Cristina; CARDOSO, Mônica Santana	2013	Uma hipermídia como estratégia pedagógica para o ensino de equilíbrio químico	Revista de investigación y experiencias didácticas	-
FRANCISCO, Wilmo Ernesto et al	2011	Um estudo das analogias sobre equilíbrio químico nos livros aprovados pelo PNLEM 2007	Revista Ensaio	13(2)
DE OLIVEIRA, Ricardo Luiz; NETZ, Paulo Augusto	2006	O uso de analogias no ensino do equilíbrio químico	Acta Scientiae	8(2)
CAROBIN, Claudia; SERRANO, Agostinho	2007	Uma revisão das concepções alternativas em Equilíbrio Químico dentro do enfoque dos diferentes níveis de representação	Acta Scientiae	9(2)
DO NASCIMENTO SILVA, Priscila; DA SILVA, Flávia Cristiane Vieira; NETO, José Euzebio Simões	2017	A transposição didática do conteúdo equilíbrio químico molecular	Acta Scientiae	19(6)
DE ALMEIDA LIMA, Analice	2014	Potenciais e limites das analogias no ensino de equilíbrio químico na educação básica: uma discussão no processo formativo de futuros professores de química	Experiências em Ensino de Ciências	9(2)
PARUSSOLO, Angélica Priscila; LOMBARDE, Washington; BARON, Alessandra Machado	2015	Galinho do tempo: um jogo didático para auxiliar o ensinoaprendizagem do conteúdo equilíbrio químico no ensino médio	Experiências em Ensino de Ciências	10(1)
HERNANDO, Moncaleano et al	2003	Comprensión del equilibrio químico y dificultades en su aprendizaje	ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	Extra

RAVILOLO, Andrés; MARTÍNEZ AZNAR, Mercedes	2003	Una revisión sobre las concepciones alternativas de los estudiantes en relación con el equilibrio químico. Clasificación y síntesis de sugerencias didácticas	Revista UNAM	14(3)
ORLANDI, Claudia Carobin; DE CAMARGO, Mariângela	2006	Avaliação e aplicação de simulação computacional no ensino de equilíbrio químico	Acta Scientiae	8(1)

9 Apêndice 2

Cod	Teórico Empírico	Natureza da Pesquisa	Objetivos	Nível de ensino
N1	Empírico	Qualitativo	Pretendeu-se avaliar a existência de correlação entre as dificuldades na assimilação de alguns conceitos qualitativos e quantitativos e deficiências e concepções erroneamente incorporadas pelos estudantes desde o Ensino Médio.	Educação Superior
N2	Teórico	Qualitativo	O objetivo deste trabalho é discutir o equilíbrio e as suas condições, sob o ponto de vista da termodinâmica dos meios contínuo	Educação Superior
N3	Teórico	Qualitativo	O objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão exaustiva das analogias propostas para apresentar o equilíbrio químico e discutir aspectos que fazem a sua aprendizagem e seu ensino.	Educação Superior
N4	Empírico	Qualitativo	Construção do pensamento microcópico - metacognitivo	Educação Superior

N5	Teórico	Qualitativo	Abordagem cinética do equilíbrio químico está, em nosso ponto de vista, na não-inserção das transformações químicas dentro de um conceito mais universal sobre as transformações da natureza.	Educação Superior
N6	Teórico	Qualitativo	O Celobar® é uma suspensão aquosa de sulfato de bário de concentração 1 g mL ⁻¹ . Estudo de caso de contaminação.	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)
N7	Teórico Empírico	Qualitativo	Contextualização com a cárie dentária.	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)
N8	Empírico	Qualitativo	Sequência didática em caráter histórico sobre Fritz Haber e o equilíbrio químico.	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)
N9	Teórico	Qualitativo	Uma maneira simples e bastante eficiente para esclarecer esses conceitos é tentar encontrar exemplos que ilustrem as mudanças ocorridas num equilíbrio pela alteração da temperatura, pressão ou concentração.	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)
N10	Empírico	Qualitativo	Objetivo deste trabalho é facilitar o entendimento do conceito de equilíbrio químico, com uma atividade lúdica que pode ser realizada na própria sala de aula.	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)
N11	Teórico	Qualitativo	Trabalhou com modelo de ensino de livros didáticos	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)
N12	Empírico	Quantitativo	Concepção em equilíbrio químico na universidade espanhola	Educação Superior
N13	Teórico	Qualitativo	Objetivo principal analisar elementos que contribuem para aprendizagem de conceitos científicos quando há inserção articulada de aspectos lúdicos e da abordagem contextual na sala de aula.	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)
N14	Teórico	Qualitativo	Após a investigação em sala de aula, realizamos a transcrição das falas do professor e dos alunos e centramos a atenção no material transcrito, buscando a identificação dos elementos que constituem o contrato didático.	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)
N15	Empírico	Qualitativo	Objetivo analisar as estratégias didáticas utilizadas por dois professores de química e avaliar padrões de interação identificados na dinâmica discursiva estabelecida durante as aulas.	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)

N16	Empírico	Qualitativo	Neste trabalho, é realizado um estudo de caso em que as discussões dos alunos são analisadas durante a aula de laboratório.	Educação Superior
N17	Empírico	Quantitativo	Em suma, o “inquiry” corresponde a uma filosofia de aprendizagem de carácter construtivista, que permite aos alunos construírem significados do mesmo modo que os cientistas o fazem e permite simultaneamente adquirir conhecimento conceptual, processual e desenvolver capacidades de metacognição, potenciando a inclusão dos alunos na sociedade atual.	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)
N18	Empírico	Qualitativo	Especificamente, o uso de applets que simulam um equilíbrio químico, como estratégia metodológica para facilitar a aprendizagem de conteúdos complexos e abstratos	Educação Superior
N19	Empírico	Qualitativo	O estudo compara o efeito sobre o desempenho do aluno pela estratégia de aprendizagem baseada em problemas (PBL) e ensino de descoberta guiada, para o aprendizado do equilíbrio químico em alunos do primeiro semestre de Química I	Educação Superior
N20	Empírico	Qualitativo	O objetivo deste estudo é investigar se o design e desenvolvimento de animações mediadas por técnica de stop motion, ajuda os alunos na construção de uma compreensão do equilíbrio químico molecular.	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)

N21	Empírico	Qualitativo	<p>Por um lado, implica a compreensão do conceito nível macroscópico, para o qual é necessário estar familiarizado com diferentes exemplos reações químicas comuns na vida diária e concebê-las como um processo em que novas substâncias são formadas a partir das anteriores que desaparecem. Por outro lado, envolve a compreensão de seu significado no nível microscópico, como processo de rearranjo de átomos em que certas ligações são quebradas entre eles e novos são formados. Finalmente, requer a compreensão das relações entre o nível microscópico e macroscópico através do uso de representações simbólicas, fórmulas e equações químicas, especialmente.</p>	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)
N22	Empírico	Qualitativo	<p>A sequência de ensino consiste de quatro atividades fundamentadas na Modelagem Analógica que têm como objetivos familiarizar os estudantes com as analogias e diferenciá-las de outras comparações, além de trabalhar aspectos qualitativos do equilíbrio químico, como: reversibilidade; coexistência de reagentes e produtos e dinamicidade.</p>	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)
N23	Empírico	Mista	<p>A partir da análise dos questionários, foram estabelecidas algumas categorias de classificação das respostas para cada questão - definição de Equilíbrio Químico;</p>	Educação Superior
N24	Empírico	Qualitativo	<p>A análise dessas analogias em livros de Química adquire relevância sob o ponto de vista de uma discussão crítica acerca de sua inserção no processo de ensino-aprendizagem.</p>	Educação Superior

N25	Empírico	Qualitativo	Como essas concepções alternativas se originam? Quais são os modelos mentais dos alunos a luz da qual eles poderiam interpretar as proposições do TPEQ como verdadeiras ou falsas? São as imagens associadas a modelos mentais O que eles mantêm no equilíbrio químico?	Educação Superior
N26	Empírico	Qualitativo	Como alunos do ensino médio (15-18 anos) compreendem as analogias do “homem na esteira” e dos “peixes no aquário” utilizadas no ensino de tópicos importantes do equilíbrio químico – dinamismo e alteração da condição de equilíbrio químico,	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)
N27	Teórico	Qualitativo	Uma hipermídia pode ser descrita como um software que articula informações em diversos formatos de mídia, como, vídeos, simulações, animações, hipertextos, sons (entre outras), permitindo ao indivíduo uma interação com o material didático de várias maneiras sensoriais e não linear.	-
N28	Teórico	Mista	Uma análise crítica das analogias apresentadas para o tópico de equilíbrio químico pelos livros de Química aprovados pelo PNLEM 2007.	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)
N29	Empírico	Quantitativo	Investigar a contribuição das analogias para compreensão e formação adequada dos conceitos científicos no contexto do ensino de Equilíbrio Químico na disciplina de Físico-química no Ensino Médio	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)
N30	Teórico	Qualitativo	Durante a leitura dos artigos, dois pontos foram fundamentais: o report experimental, advindo de pesquisa em educação química, das concepções alternativas. E que estas concepções possam ser relacionadas aos diferentes níveis de representação de um fenômeno químico.	-

N31	Teórico	Qualitativo	Objetivo é analisar a transposição didática do conteúdo de equilíbrio químico molecular e como essas transformações ocorrem intramuros da sala de aula a partir do trabalho do professor, observando a organização do texto do saber e a composição do novo texto do saber em uma turma de 3º Ano	-
N32	Empírico	Qualitativo	Finalidade do uso do Modelo TWA na análise dos dados foi orientar o diagnóstico da forma como os licenciandos estariam explorando as analogias no tema escolhido	Educação Superior
N33	Empírico	Qualitativo	Segundo Cunha (2012), a utilização de jogos didáticos provoca alguns efeitos e mudanças no comportamento dos estudantes. Dentre eles, observou-se com este jogo que: a) a aprendizagem do conceito equilíbrio químico ocorreu mais rapidamente, devido à forte motivação; b) o jogo causou uma maior motivação para o trabalho, pois o estudante espera que este lhe proporcione diversão; c) o jogo melhorou a socialização em grupo, pois, foi realizado em conjunto com seus colegas; d) a utilização de jogos didáticos faz com que os alunos trabalhem e adquiram conhecimentos sem que estes percebam, pois a primeira sensação é a alegria pelo ato de jogar.	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)
N34	Empírico	Mista	Objetivo em buscar explorar o conhecimento que os alunos tem sobre: aspectos axiológicos do equilíbrio químico, razões pelas quais algumas substâncias reagem entre si e outros não, explicação do que é um equilíbrio químico, interpretação microscópica de uma situação de equilíbrio, significados qualitativos e quantitativos da constante de equilíbrio, campo de validade da constante de equilíbrio e perturbação do equilíbrio.	-

N35	Empírico	Qualitativo	Os autores apresentam um levantamento exaustivo de pesquisas publicadas em livros e periódicos sobre estudos que identificam as concepções alternativas de "equilíbrio químico" e procuram sistematizar e categorizar as dificuldades e alterações das concepções nativas descobertas.	Ensino Médio (1ª a 3ª séries)
N36	Empírico	Quantitativo	O software Lechat é um simulador para sistemas gasosos homogêneos, desenvolvido para alunos de Ensino Médio ou Superior.	Educação Superior

10 Apêndice 3

Base teórica

Cod	Base teórica	Principais resultados
N1	Construtivismo	A análise das informações apresentadas leva à conclusão de que o aprendizado de conceitos com os quais os estudantes iniciantes em cursos de graduação não estão familiarizados e o nível de abstração e a linguagem empregada dificultam a assimilação dos conteúdos ministrados.
N2	Teoria do Equilíbrio químico	Discutiu o equilíbrio termodinâmico e a maior divulgação da pouco conhecida função de disponibilidade. Também foram apresentadas noções básicas de termodinâmica dos meios contínuo.
N3	Construtivismo	Reunião de um amplo conjunto de analogias para serem empregadas no ensino do equilíbrio químico e citamos as limitações do emprego de muitas delas, pois esperamos que os docentes, que leiam e estudem este artigo, coloquem atenção nas reações dos estudantes após sua apresentação.
N4	Construtivismo	Modelos mentais - Os resultados apresentados sugerem uma maior reflexão por parte dos professores e demais profissionais envolvidos com o ensino da Química acerca da importância do desenvolvimento do raciocínio teórico como complementação importante ao conhecimento de caráter empírico. É preciso estimular a prática do "pensar quimicamente", estabelecendo uma contraposição ao uso de regras memorísticas e livrescas, que pouco contribuem ao desenvolvimento intelectual de nossos estudantes.

N5	Teoria do Equilíbrio químico	No artigo, o autor apresenta o conceito de entropia por meio de um diálogo com um estudante que passa em sua sala, após a aula, para tirar uma dúvida. A questão da fusão da água é apresentada nesse texto.
N6	Construtivismo	Estudo de caso - Demonstra-se que a morte de pacientes que fizeram uso do contraste Celobar® contaminado foi provocada pela solubilização do carbonato de bário presente e a conseqüente absorção do cátion Ba ²⁺ pelo organismo.
N7	Construtivismo	Concluiu que o processo de formação do biofilme bacteriano oral é complexo devido ao grande número de fatores físicos, químicos e biológicos interagindo de forma contínua e organizada. Em função disso, a atividade dos antimicrobianos usados como agente antibiofilme é limitada às fases iniciais de sua formação, quando o nível de complexidade desse sistema ainda é baixo.
N8	Construtivismo	A incorporação da perspectiva histórica no ensino, a partir dos feitos de Haber, trouxe a discussão de como os interesses pessoais, políticos, governamentais, humanitários, bélicos e científicos permeiam a prática científica.
N9	Construtivismo	Ilustrar as mudanças ocorridas num equilíbrio pela alteração da temperatura, pressão ou concentração, através da prática.
N10	Construtivismo	Jogo didático - Acredita-se também que os benefícios obtidos com o uso da proposta, principalmente na visualização do fenômeno de forma macroscópica, e os ganhos no aspecto disciplinar e no interesse dos alunos justificam plenamente sua utilização.
N11	Teoria do Equilíbrio químico	A análise dos livros permitiu perceber que algumas vezes os modelos de ensino são usados de maneira inadequada pelos autores de livros didáticos.
N12	Construtivismo	O baixo nível de conhecimento conceitual sobre a constante de equilíbrio químico que foi revelada por alunos que participaram deste estudo (e que, é claro, não há razões objetivas para pensar que os alunos desta universidade são piores ou melhores do que outros de qualquer outra universidade Espanhola).
N13	Construtivismo	Esse trabalho tentou descrever elementos para pensarmos a aprendizagem dos conhecimentos científicos na escola com a inserção da Abordagem Contextual Lúdica. Entendemos neste trabalho como abordagem contextual aquela que entrelaça na prática didática aspectos históricos e filosóficos da ciência e aspectos lúdicos.

N14	Construtivismo	Analisar o contrato didático a partir dos critérios: expectativas para com o outro, negociações, rupturas, renegociações e efeitos de contrato didático. Iniciamos as considerações finais buscando deixar claro que o nosso foco de observação e análise é puramente contratual, não existindo em nenhum grau sequer a intenção de tangenciar observações sobre as competências docentes do professor investigado
N15	Construtivismo	Na observação das aulas dos dois professores, verificamos que a estratégia didática predominante usada por eles foi a exposição oral do conteúdo, que em geral não favorece situações de problematização do conhecimento estudado. Uma primeira constatação feita é a de que essa estratégia se distancia daquelas propostas em trabalhos na literatura, evidenciando um distanciamento entre pesquisa e prática.
N16	Construtivismo	A ferramenta de análise padrão argumentativo de Toulmin utilizada permitiu mostrar não só a falta de alguns elementos de argumentação, mas também o conhecimento básico que aparece compartilhado nas discussões e a predominância de algumas ideias sobre outras, como suporte para a explicação que estava sendo resolvida
N17	Construtivismo	Após a implementação do módulo parece haver vantagens na sua utilização como recurso educativo que promove a implementação da metodologia inquiry. Os resultados do questionário assim o indicam. As aprendizagens foram potenciadas pelo módulo, promoveu uma construção participada e consciente de conhecimento dos alunos, com significado, maximizando competências de resolução de problemas e o interesse pela aprendizagem da Ciência
N18	Construtivismo	TICs - Ferramenta auxiliativa - Utilização do software Le Principe Chatelier.
N19	Construtivismo	Comparando estatisticamente o desempenho de um aluno em termos de médias de qualificações obtidas no pós-teste de conteúdo de equilíbrio químico nos dois grupos tratados com as estratégias de aprendizagem baseada em problemas e ensino por descoberta guiada, verificou-se que o ABP tem um efeito favorável no desempenho e crescimento de alunos matriculados na disciplina de Química I da carreira de Agronomia da Universidade Central de Venezuela Lisandro Alvarado de Barquisimeto-Venezuela
N20	Construtivismo	Ferramenta auxiliativa - O recurso curricular do design de animação pode ser usado dentro de um contexto sociocultural e experimental, como uma ferramenta para pensar e aprender sobre equilíbrio químico, e não simplesmente como um meio de apresentar o conteúdo de forma unidirecional para os alunos do décimo primeiro ano.

N21	Construtivismo	Análise de perfil - Um tema de grande interesse para professores de ciências como as dificuldades de compreensão do conceito de mudança química para alunos do ensino médio
N22	Construtivismo	Modelagem - Pois buscamos não só abordar as perguntas do professor, mas também investigar como os seus questionamentos se articulam, de forma intencional, para promover a aprendizagem dos estudantes relacionada com os objetivos da sequência de ensino sobre equilíbrio químico fundamentada na modelagem analógica.
N23	Construtivismo	Na observação das aulas dos dois professores, verificamos que a estratégia didática predominante usada por eles foi a exposição oral do conteúdo, que em geral não favorece situações de problematização do conhecimento estudado. Uma primeira constatação feita é a de que essa estratégia se distancia daquelas propostas em trabalhos na literatura, evidenciando um distanciamento entre pesquisa e prática
N24	Construtivismo	Analogias pode contribuir para atingir objetivos educacionais como o da compreensão da natureza da ciência e tecnologia, do desenvolvimento da criatividade e de atitudes positivas face à ciência.
N25	Construtivismo	Complementarmente, parece uso oportuno de diferentes avaliações Recursos “gráficos”, como solicitar alunos fazer desenhos e / ou explicar as imagens, que coloque seus modelos mentais em jogo através a descrição, explicação e previsão de fenômenos.
N26	Construtivismo	Esses alunos se mostraram mais aptos a pensar criticamente sobre as analogias, buscando a importância das relações analógicas no desenvolvimento de seu conhecimento.
N27	Construtivismo	A Equimídi@ aumenta as possibilidades de apresentação, informação e comunicação dos conteúdos, tornando mais dinâmico o processo de ensino e por consequência, a aprendizagem dos indivíduos, além de proporcionar uma visão da ciência química em outras áreas de estudo como o corpo humano e questões ambientais, ampliando as possibilidades de aprendizagem do indivíduo.
N28	Construtivismo	Livros didáticos - Este trabalho buscou apresentar uma análise crítica que visa orientar, sobretudo, em quais situações e quais modos de utilização podem ser proveitosos dos livros PNLEM 2007
N29	Construtivismo	Dessa forma, reunimos um amplo conjunto de analogias para serem empregadas no ensino do equilíbrio químico e citamos as limitações do emprego de muitas delas, pois esperamos que os docentes, que leiam e estudem este artigo, coloquem atenção nas reações dos estudantes após sua apresentação.

N30	Construtivismo	Este foi o propósito deste artigo, que deixa para a comunidade esta relação de concepções alternativas intimamente associadas com o fenômeno de aprendizagem de Equilíbrio Químico, categorizadas dentro do enfoque de Gabel dos diferentes níveis de representação de um fenômeno químico.
N31	Construtivismo	Percebeu-se que o processo de transposição didática externa para o conteúdo de equilíbrio químico nos mostrou muitas supressões, mais do que qualquer outra modificação do saber. Foi possível observar também acréscimos e deformações, além da ocorrência de criações didáticas. Essas modificações são inevitáveis na transposição didática do saber, uma vez que a natureza do saber é modificada, para que seja mais didático e portador de uma intencionalidade de ensino
N32	Construtivismo	Nas análises feitas as analogias apresentadas pelos mesmos no conteúdo equilíbrio químico, de modo geral, foi bastante notória as dificuldades apresentadas por eles, quanto a exploração das mesmas para a explicação dos processos envolvidos numa reação em equilíbrio.
N33	Construtivismo	Após a professora da turma explicar o conteúdo sobre Equilíbrio Químico, os bolsistas do PIBID anunciaram e explicaram aos alunos a proposta de um jogo sobre o assunto (Figura 2a). Estes mostraram-se muito interessados e curiosos. Durante a realização do jogo (Figura 2b), os alunos permaneceram atentos às instruções e desenvolveram a atividade com entusiasmo. Todos os alunos participaram, observando-se uma maior compreensão do conteúdo equilíbrio químico pelos mesmos.
N34	Construtivismo	Ao analisar as informações obtidas nas pesquisas e entrevistas citadas acima, descobrimos que o aprendizado alcançada pelos alunos tem sido bastante bom compreendendo os seguintes aspectos que consideramos importantes porque podem facilitar o aprendizado de equilíbrio químico
N35	Construtivismo	Esperamos que esta enumeração e classificação, ambas de concepções alternativas como de sugestões didáticas, Será muito útil para professores de nível intermediário e faculdade e irá guiá-lo no planejamento e desenvolvimento ensinando este tópico central da química
N36	Construtivismo	Programa computacional Lechat apresenta uma abordagem que articula o nível de representação simbólico e o microscópico simultaneamente, não havendo no programa nenhuma abordagem para a representação macroscópica, desta maneira sugere-se que para esse nível seja trabalhado com outro programa ou em aula prática conjuntamente.