



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ORGÂNICA E INORGÂNICA**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**FRANCISCO LUAN FONSÊCA DA SILVA**

**ESTUDO DE METODOLOGIAS DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE EQUILÍBRIO**  
**QUÍMICO PARA O ENSINO MÉDIO**

**FORTALEZA**

**2015**

FRANCISCO LUAN FONSÊCA DA SILVA

ESTUDO DE METODOLOGIAS DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE EQUILÍBRIO  
QUÍMICO PARA O ENSINO MÉDIO

Monografia submetida à Coordenação do  
Curso de Licenciatura em Química, da  
Universidade Federal do Ceará, como requisito  
parcial à obtenção do grau de licenciado em  
Química.

Orientadora: Profa. Dra. Wladiana Oliveira  
Matos

FORTALEZA

2015

FRANCISCO LUAN FONSÊCA DA SILVA

ESTUDO DE METODOLOGIAS DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE EQUILÍBRIO  
QUÍMICO NO ENSINO MÉDIO

Monografia submetida à Coordenação do  
Curso de Licenciatura em Química, da  
Universidade Federal do Ceará, como requisito  
parcial à obtenção do grau de licenciado em  
Química.

Aprovada em 27/04/2015.

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Wladiana Oliveira Matos (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Profa. Dra. Gisele Simone Lopes  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Profa. Dra. Selma Elaine Mazzeto  
Universidade Federal do Ceará - UFC

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- S58e Silva, Francisco Luan Fonsêca da.  
Estudo de metodologias de ensino-aprendizagem de equilíbrio químico para o Ensino Médio /  
Francisco Luan Fonsêca da Silva. – 2015.  
54 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Licenciatura em  
Química, Fortaleza, 2015.  
Orientação: Profª. Dra. Wladiana Oliveira Matos.
1. Química (Ensino Médio). 2. Equilíbrio químico. I. Título.

Nós não somos nossa pele de sujeira, nós não  
somos nossa horrorosa locomotiva sem  
imagem empoeirada e arrebatada, por dentro  
somos todos girassóis maravilhosos, nós  
somos abençoados por nosso próprio sêmen &  
dourados corpos peludos e nus da realização  
crescendo dentro dos loucos girassóis negros e  
formais ao pôr do sol, espreitados por nossos  
olhos à sombra da louca locomotiva do cais na  
visão do poente de latadas e colinas de Frisco  
sentados ao anoitecer.

**Allen Ginsberg - 1957**

## AGRADECIMENTOS

Ao ser que tudo criou e que me faltam palavras para nomeá-lo.

Aos meus pais, Toizinho e Graça, que tanto lutaram para que eu aqui estivesse em especial a minha mãe que sempre foi uma guerreira e lutou com todas as forças para que estivesse aqui, foi ela que embalou meu sono e que me fez erguer a cabeça quando pensei que nada daria certo.

A minha família, em especial a meus avós, Chico e Mariinha, que me abraçaram quando chorei e seguiram junto comigo sempre que precisei e minha avó Neide que cuidou de mim e me oferece sua comida para me engordar sempre. Aos meus irmãos, Tiago e Diego, o que seria da minha vida sem vocês para eu poder encher o saco? A todos os outros da imensa família. A minha nova família em Fortaleza que me adotou quando aqui cheguei e me trataram sempre como um membro da família: Dr<sup>a</sup> Mary Ann, Tereza, Jackeline e em especial a Bebel que foi uma mãe para mim, Jackson que se tornou um grande amigo e a Dona Villany, vocês foram minha base sólida aqui.

A mulher que sempre acreditou em mim e me fez pensar na vida e nos meus passos, que me mostrou como olhar a alma humana por outros olhos, Maria Pita que muito mais que uma professora se tornou uma grande amiga, muito obrigado.

Tenho muito a agradecer a todos os meus professores e em especial a Jackson, Audísio Filho, Jair, Naftali, Adriana, Pedro, Ruth, Elisane, Pierre que me ajudaram na longa caminhada para me tornar um químico.

Ao Professor Arnoud Junior que me permitiu usar suas aulas para desenvolver minha monografia assim como todos aqueles que fazem a Escola Estadual de Educação Profissional Manoel Mano.

A Professora Livia pela ajuda no tratamento dos dados e o uso dos PCAs e a disponibilização do software necessário.

A professora Wladiana que aceitou orientar minha monografia e me aceitou no laboratório mesmo sem me conhecer direito, devo muita coisa, muitas experiências e todo o aprendizado que me ajudou a construir e espero um dia poder pagar um pouco dessa dívida.

A professora Gisele que sempre me ajudou muito durante os anos que estive no laboratório e devo a ela toda a confiança que me depositou e espero conseguir ser grato a tudo isso.

Ao professor Sandro que me ensinou muitas coisas, mas uma coincidência do longínquo ano de 2009 quando ao fazer uma visita na UFC ele fora o primeiro professor que conheci e foi a primeira palavra de química que aprendi: analítica. E quem diria que anos depois aquele pequeno garoto estaria apaixonado pela analítica e estaria no mesmo laboratório daquele professor que não deve lembrar dessa passagem. Muito obrigado por aquelas palavras e por todas as outras depois.

E devo dizer que devo a esses três últimos todo o pouco que consegui aprender em química analítica e espero um dia ser tão bom quanto eles o são.

Ao professor Belmino que nessa mesma viagem acolheu aqueles alunos em uma sala e conversou conosco como igual e nos mostrou a química sob aqueles olhos experientes ao sair daquela sala aquele dia eu só conseguia pensar em uma coisa: Quero ser professor como aquele homem. Hoje eu sei que nunca serei tão bom quanto ele, mas posso tentar.

Aos meus amigos do LEQA Thalita, Luciana, Tamyris, Victor e Sandrine que me ajudaram e que brincamos durante os anos que passamos juntos e espero eu que passaremos no mesmo laboratório.

Aos meus amigos da copa do Departamento de Química Analítica e Físico-Química, Silmara, Dona Penha, Seu Bosco, Marcelo, Socorro (que agora é rica e trabalha no IFCE), Vandinha, Ivanildo, Dafne. Todos os nossos momentos foram ótimos e divertidos.

Aos meus amigos PICIcopatas, Camila Ellert, Barbara Nobre, Bárbara Brasil, Fernando, Taynara, Adelaide, Borges, Elaine, Neto, Fernandas, que entraram junto comigo na química e que me deram dias de alegria e brincadeiras.

Aos meus amigos do curso: Tiago Rocha que me emprestou sua monografia como base e é um grande amigo, Valdeline, José, Sarah, Luane, Tamires (que são minhas cobaias

preferidas), Dieyla, Armando Diego, Geangela (pelas lutas no DA) e todos os outros que participaram da minha vida.

Aos surubeiros, Victor, Maciel, Gustavo Cabrel, Lucas que são meus irmãos e sempre sei que posso contar com eles para uma bagunça ou uma brincadeira.

A Valesca Lutielle por ser uma amiga tão doce e tão sem palavras pra definir, mas ela sabe o quanto a amo e o quanto ela é responsável por eu ser essa pessoa.

A Camila Aparecida e Dalígia Letícia por serem tão insuportáveis e por me fazerem amar tanto as duas e é isso já dediquei duas linhas da minha mono para vocês.

E devo dizer que só consegui escrever tudo isso devido a um grande amigo que me oportunou dia e noite para a conclusão, Pedro, um grande amigo quase um irmão que você descobre por ai e que parece que o conhece a anos. Ele me fez escrever e por noites ficou até mais tarde só para garantir isso e claro me mostrou a vida do LOL o que seria da minha vida sem LOL? Você é uma pessoa especial e espero que consiga ser como você um dia. Agradeço também por me suportar 12 horas por dia no mesmo ambiente e não enlouquecer.

E por fim, a todas as pessoas especiais que passaram por minha vida, algumas continuaram, outras se foram, mas todas sem exceção deixaram um pedaço delas em mim.



## RESUMO

O conceito de equilíbrio químico é um tema central e de grande importância no currículo do Ensino Médio, contudo é tido como um dos temas mais difíceis de ensinar e de se aprender ao se tratar do ensino de Química. Diversos fatores são listados para essas dificuldades, como, grande abstração do tema, não compreensão da natureza dinâmica do equilíbrio, problemas com cálculos, entre outros. Para qualquer disciplina, um método de ensino seguido pelo professor vai ser responsável pela dinamicidade, aprendizado e retorno da turma perante ao mesmo. Mas ao se escolher um método, o professor deve ter em mente que aquele método traz consigo problemáticas referentes as suas próprias bases. Pensando nisso, neste trabalho avaliou-se o emprego o estudo de três diferentes metodologias de ensino-aprendizagem (construtivista, positivista e pluralista) para o ensino de equilíbrio químico com turmas de ensino médio. A pesquisa foi realizada com cerca de 150 estudantes todos do 2º Ano de Ensino Médio da mesma escola divididos em três turmas. Durante o desenvolvimento do trabalho foi possível perceber as principais dificuldades que os estudantes encontram ao aprender equilíbrio. Uma análise de componentes principais foi realizado para tentar diferenciar os grupos de estudantes pelo método de ensino-aprendizagem aplicado e entender quais fatores do ensino-aprendizagem são cruciais na diferenciação dos grupos. A análise mostrou fortes evidências de diferenciação do método construtivista dos demais que mostrou-se ineficiente ao ensino de equilíbrio químico, com grupos de alunos que não conseguem dominar satisfatoriamente as noções básicas de equilíbrio e manipulação de constantes. .O método positivista e pluralista apresentaram resultados de ensino-aprendizagem muito similares, contudo, o método pluralista demonstrou maior capacidade interdisciplinar além de produzir resultados de ensino-aprendizagem mais homogêneos entre os estudantes.

**Palavras-chave:** Metodologias de Ensino, Equilíbrio Químico, PCA

## ABSTRACT

The chemical equilibrium concept is a central theme of great importance in the high school curriculum, but it is considered one of the most difficult subjects to teach and to learn when it comes Chemistry teaching. Several factors are listed for these difficulties, as great abstraction of the topic, not understanding the dynamic nature of balance, problems with calculations, among others. For any discipline a teaching method used by the teacher will be responsible for the dynamics, learning and return the class before the same, but when choosing a method the teacher should keep in mind that this method brings with it issues concerning its own bases. In this prospect, we worked with high school classes the study of three different methodologies already established in the literature for the teaching of ionic equilibrium chemical balance. It was evaluated the constructivist method by JigSaw method, the positivist method is a methodological pluralism method. The survey was conducted with about 150 students each on 2nd year of high school in the same school divided into three groups. During the development work was possible to see the main difficulties that students find while learning equilibrium and relate them to the literature showing up like. The constructivist method was inefficient to the teaching of chemical equilibrium, with groups of students who cannot satisfactorily master the basics of balance and handling constants. A principal components analysis was conducted to try to differentiate the groups by the applied method and understand which factors are crucial in differentiating the groups. The analysis showed strong evidence of differentiation of the constructivist method of others, showing that the variables chosen for the study failed to describe the method. The positivist and pluralistic method shown to be very close, however, the last one show greater ability to function as future interdisciplinary method in addition to more homogeneous results in the classroom.

**Key words:** Teaching methodology, Chemical Equilibrium, PCA

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Histograma de avaliação do método construtivista.....	25
<b>Figura 2</b> – Histograma de avaliação do método construtivista pelas competências propostas pelo PCNEM.....	26
<b>Figura 3</b> – Histograma de avaliação do método positivista.....	29
<b>Figura 4</b> – Histograma de avaliação do método positivista pelas competências propostas pelo PCNEM.....	30
<b>Figura 5</b> – Página inicial da aplicação de cálculo de pH de ácidos fracos.....	32
<b>Figura 6</b> – Página inicial da aplicação de cálculo de pH de bases fracos.....	33
<b>Figura 7</b> – Página inicial da aplicação de cálculo de pH de soluções tampão.....	33
<b>Figura 8</b> – Página inicial da aplicação de cálculo de solubilidade de sais pouco solúveis.....	34
<b>Figura 9</b> – Histograma de avaliação do método pluralista.....	34
<b>Figura 10</b> – Histograma de avaliação do método pluralista pelas competências propostas pelo PCNEM.....	36
<b>Figura 11</b> – PCA representando os três métodos de ensino (Fator 2 x 2, com 85% de confiança).....	39
<b>Figura 12</b> – Gráfico de scores do PCA representando os três métodos de ensino (Fator 2 x 1, com 85% de confiança).....	40
<b>Figura 13</b> – PCA representando os métodos pluralista e positivista de ensino (Fator 2 x 1, com 85% de confiança).....	41
<b>Figura 14</b> – Gráfico de scores do PCA representando os métodos pluralista e positivista de ensino (Fator 2 x 1, com 85% de confiança).....	42

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Escolha de público alvo e pesquisa</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2</b>	<b>Equilíbrio Químico e Tópicos Avaliados</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3</b>	<b>Aplicação do método construtivista</b> .....	<b>19</b>
<b>3.4</b>	<b>Aplicação do método positivista</b> .....	<b>19</b>
<b>3.5</b>	<b>Aplicação do método pluralista</b> .....	<b>20</b>
<b>3.6</b>	<b>Aplicação do questionário de aprendizagem</b> .....	<b>21</b>
<b>3.7</b>	<b>Aplicação da análise de componentes principais</b> .....	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>24</b>
<b>4.1</b>	<b>Avaliação inicial das turmas</b> .....	<b>24</b>
<b>4.2</b>	<b>Avaliação do método construtivista</b> .....	<b>24</b>
<b>4.3</b>	<b>Avaliação do método positivista</b> .....	<b>28</b>
<b>4.4</b>	<b>Avaliação do método pluralista</b> .....	<b>31</b>
<b>4.5</b>	<b>Comparação entre os métodos</b> .....	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>46</b>
	<b>APÊNDICE</b> .....	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de Química no Brasil é estruturado levando-se em consideração as diretrizes educacionais, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDBEN) e as resoluções dos Conselhos de Educação de cada Estado. Toda educação nacional é regida pela Constituição Federal de 1988, delegando a LDBEN a regulamentação do Ensino no país<sup>1</sup>. Assim sendo, alega a Federação junto aos entes federados uma base nacional comum para todos no país como o disposto na LDBEN no seu artigo 9º:

*a União incumbir-se-á de (...):*

*IV – estabelecer em colaboração com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, competências e diretrizes para a educação infantil, o ensino fundamental e médio, que nortearão os currículos e seus conteúdos mínimos, de modo a assegurar formação básica comum (Brasil, 1996, grifo do autor).*

Por meio da LDBEN a União descreve conteúdos mínimos para todo o país com o objetivo de que haja homogeneidade no ensino em toda extensão territorial, mas também permite que conteúdos regionais sejam inseridos, sem prejudicar a base comum de ensino. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) descrevem os conteúdos básicos que deveriam ser ministrados em todas as escolas de Ensino Médio do país. Os PCNEM são distribuídos às escolas e aos professores, mas como previa a LDBEN, caberiam aos Estados, Municípios e escolas a sua elaboração<sup>23</sup>. De acordo com os PCNEM, os conteúdos de química foram organizados em nove grandes temas: 1. Reconhecimento e caracterização das transformações químicas; 2. Primeiros modelos de constituição da matéria; 3. Energia e transformação química; 4. Aspectos dinâmicos das transformações químicas; 5. Química e atmosfera; 6. Química e hidrosfera; 7. Química e litosfera; 8. Química e biosfera; 9. Modelos quânticos e propriedades químicas<sup>1</sup>.

Os PCNEM propõe o uso de metodologias alternativas para o ensino de química, que a insira dentro do contexto social sem, no entanto, desmerecer o caráter técnico e científico da mesma. Além disso, dispõe a necessidade de dar bases científicas

aos estudantes pelas quais eles poderiam entender o mundo a sua volta e inserir seu conhecimento na sociedade.

Pode-se estruturar o conhecimento químico descrito pelo PCNEM em três pilares: Transformações Químicas; Materiais e suas propriedades; e Modelos explicativos.

Dentro de um desses pilares, as transformações químicas, o currículo básico descreve a necessidade do ensino do Estado de Equilíbrio Químico, o conceito de equilíbrio químico é considerado um tema complexo dentre os tópicos em educação química<sup>2,3,4</sup>. São muitas as dificuldades que podem estar associadas ao ensino de equilíbrio químico, como a falha de compreensão dos estudantes sobre transformações químicas completas e incompletas e, principalmente, a dificuldade em compreender a natureza dinâmica do equilíbrio químico.

A principal dificuldade encontrada no ensino de equilíbrio químico está relacionada à natureza abstrata do assunto e a associação conceitual do desenvolvimento da teoria sobre o estado de equilíbrio. As ideias associadas à natureza dinâmica do equilíbrio químico, a distinção entre estados de equilíbrio e não-equilíbrio e o Princípio de Le Chatelier são considerados os conteúdos mais abstratos do currículo escolar ao se tratar de equilíbrio químico<sup>4,5,6</sup>.

Cabe ao professor tentar estreitar a distância que há entre o processo intelectual de abstração e a aplicação real dos conceitos de uma matéria. Ao fazer isso ele deve escolher uma estratégia, usando diversas ferramentas que estão a sua disposição no cenário metodológico atual, que faça com que os objetivos estabelecidos para o ensino daquela disciplina sejam inteiramente atingidos ao final de período letivo. Assim como define Fisher (1971):

*Entendemos metodologia como a articulação de uma teoria de compreensão e interpretação da realidade com uma prática específica. Essa prática específica pode ser, no caso, o ensino de uma disciplina. Quer dizer, a prática pedagógica – as aulas, o relacionamento entre professores e alunos, e bibliografia usada, o sistema de avaliação, as técnicas de trabalho em grupo, o tipo de questões que o professor levanta e o tratamento*

*que dá à sua disciplina, a relação que estabelece na prática entre escola e sociedade – revela a sua compreensão e interpretação de relação homem-sociedade-natureza, historicamente determinada, constituindo-se essa articulação a sua metodologia de ensino (p.1).*

Falar em metodologias de ensino, engloba uma enorme massa de considerações e pressupostos que o professor deve entender e aplicar para que o conhecimento seja transferido ao aluno de forma proveitosa.

Quando o professor, consciente ou inconsciente pende para uma teoria específica de ensino-aprendizagem ele está levando junto consigo para a sala de aula um conjunto de pressupostos aprendidos e discutido por diversas gerações muitas vezes sem ter o necessário cuidado para filtrar informações e incongruências que algumas metodologias possam apresentar.

Neste trabalho, empregou-se três métodos de ensino-aprendizagem para o ensino de equilíbrio químico, são eles: construtivismos, positivismo e pluralismo. As teorias construtivistas e positivistas são as bases da maioria das metodologias utilizadas no ensino de química mundialmente e é importante entender as contribuições de cada uma delas ao se estudar tópicos com características abstratas conhecidas do ensino.

De acordo com a metodologia construtivista, o aprendiz é um ativo construtor do seu próprio conhecimento, mesmo que a corrente educacional do construtivismo negue que o conhecimento possa ser gerado individualmente, mas, sim, endossado coletivamente por meio de interação entre o indivíduo e o meio social, pregando a subjetividade do conhecimento<sup>8</sup>. Avaliar esse método para o ensino de ciência é importante uma vez que é um método de bases difundidas em boa parte das escolas surgindo com uma nova metodologia de ensino no país, contudo deve se estar atento que mesmo a ciência sendo um produto de idealização, os cientistas não interagem com objetos teóricos e sim objetos reais e constantemente teorias são criadas e abandonadas por outras com maior capacidade de se explicar um fenômeno. É importante lembrar que o mundo físico acaba por limitar os saltos especulativo, uma vez que, nossas observações, sendo elas individualmente ou coletivamente construídas, são limitadas pelo mundo físico<sup>9</sup>.

Em outro método de ensino, o positivismo, apresenta-se como um método de ensino-aprendizagem ainda utilizado no sistema educacional brasileiro, tal método baseia-se na “engenharia industrial” no qual propõe o aumento da eficiência por meio das categorias de disciplina e repetições. Esse método busca que se ignore os conflitos ideológicos, se silencie o preconceito e distancie-se de todas as prenoções que se possa surgir constatando algumas verdades elementares.

O positivismo vivenciado na educação é uma cópia fidedigna àquela elaborada do modelo escolar universal do século XIX que pregava a hierarquia, ordem, utilitarismo e perspectiva de progresso, esse ideal foi absorvido pelos republicanos militares brasileiros e incorporados na educação, sendo bem evidentes nas disciplinas progressivas, segmentação das ciências em diversas matérias, divisão em turmas por nível de conhecimento, entre outros fatores<sup>10</sup>.

O Círculo de Viena, movimento filosófico, que ocorreu entre os anos de 1922 e 1936, buscou amenizar os efeitos mais nefastos do positivismo, sendo o principal o fato do movimento positivista tratar-se de um movimento que busca a neutralidade, mas carrega junto consigo uma grande carga ideológica que é passada ao estudante, ao currículo e ao sistema educacional como um todo.

Mesmo assim, ainda existe uma forte corrente positivista no sistema educacional brasileiro, uma vez que esse método é produtivo. Contudo deve haver a necessidade de se educar não somente por educar, mas pela busca da cidadania.

Feyerabend (1924 – 1994), foi um filósofo austríaco e o primeiro estudioso a propor uma nova metodologia para o ensino de ciências, método conhecido como “pluralismo metodológico”

Os pensamentos de Feyrabend podem ser traduzidos na afirmação de que todas as metodologias têm limitações e qualquer um que queira se deter unicamente a apenas um método deve ser suspeito quanto sua postura e intencionalidade ideológica.

Assim, escreve Feyrabend (1989, p. 291), “o ensino há de basear-se na curiosidade e não em exigências, e o professor deveria estimular essa curiosidade sem recorrer a qualquer método consagrado.” Propondo, dessa maneira, que o professor seja guiado pelas curiosidades e que a curiosidade também seja estimuladas nos alunos, aplicando a metodologia que melhor encaixar ao perfil da turma e do conteúdo a ser



ministrado, adaptando-a em pontos fracos ou que possam comprometer os objetivos pretendidos com a aula.

Faz-se necessário avaliar a utilização do pluralismo metodológico no ensino de equilíbrio químico, uma vez que as limitações de determinado método podem ser superadas pela inclusão de ferramentas de outras linhas metodológicas..

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar os métodos de ensino-aprendizagem construtivista, positivista e pluralismo para o ensino de equilíbrio químico no Ensino Médio.

### **2.2 Específicos**

- Identificar falhas no processo de ensino-aprendizagem de equilíbrio químico;
- Aplicar os métodos positivistas, construtivista e pluralista no ensino de equilíbrio químico em uma escola do Ensino Médio;
- Avaliar qual dos métodos de ensino-aprendizagem aplicados foi mais adequado para o assunto de equilíbrio químico;

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Escola e público-alvo da pesquisa**

O presente trabalho foi desenvolvido na Escola Estadual de Educação Profissional Manoel Mano, localizado no município de Crateús-Ceará. O trabalho contou com a participação de 150 alunos, em média, divididos em 3 turmas do 2º ano, todas de eixo profissionalizante de diferentes áreas (enfermagem, computação e administração).

Optou-se por essa escola uma vez que todos os alunos das turmas de segundo ano comungam da mesma formação básica de química e tiveram os mesmos professores de química no primeiro e no segundo anos do Ensino Médio. Além disso, as turmas permaneceram inalteradas, em termos de evasão ou ingresso de estudantes, por todo o período letivo. Todos esses fatores minimizam variáveis que possam influenciar os resultados finais deste trabalho.

#### **3.2 Equilíbrio químico e tópicos avaliados**

O tema da matéria de química que foi escolhido como foco deste trabalho foi equilíbrio químico, por motivos já explicitados na revisão bibliográfica deste texto. Os tópicos sobre equilíbrio químico abordados nas turmas nas quais este trabalho foi desenvolvido seguem abaixo:

- Definição cinética de equilíbrio químico;
- Leis que regem o estado de equilíbrio;
- Equilíbrio iônico;
- Tratamento matemático do estado de equilíbrio químico.

Esta matéria foi trabalhada nas três turmas do 2º ano do Ensino Médio, sendo que em cada uma dessas foi aplicado um método de ensino-aprendizagem diferente, foram esses: positivista, construtivista e pluralismo.

Antes de iniciar as aulas, a ideia do trabalho foi conversada com todos os estudantes, realizou-se uma conversa informal sobre equilíbrio químico com as turmas e

aplicou-se um teste simples sobre conhecimentos gerais do equilíbrio químico (anexo 1).

### **3.3 Métodos de ensino-aprendizagem**

O tema de equilíbrio químico foi igualmente escolhido para todas as turmas, contudo, métodos diferentes de ensino-aprendizagem foram utilizados. Avaliou-se os métodos positivista, construtivista e pluralismo. Em todas as turmas foram utilizadas 6 horas no período de uma semana para se desenvolver as bases do conteúdo e as atividades propostas para cada método.

A escolha do método para cada turma foi feita de forma aleatória. Assim, na turma do 2º ano de Enfermagem aplicou-se o método construtivista, ao 2º ano de Informática empregou-se o método do pluralismo e no 2º ano de Administração, o método positivista foi utilizado.

Ao final das aulas, todos os alunos responderam o mesmo teste aplicado inicialmente (Anexo 1) a fim de averiguar os conhecimentos adquiridos sobre equilíbrio químico em cada método de ensino-aprendizagem empregado.

### **3.4 Aplicação do método construtivista**

O método construtivista aplicado foi baseado no método de jigsaw, proposto por Doymuns, 2008. Para a aplicação dessa metodologia, separou-se a turma em 5 grupos e cada grupo ficou responsável por um tópico do conteúdo. Os temas de cada grupo podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1- Conteúdo para cada grupo da metodologia de JigSaw.

GRUPO	CONTEÚDO
01	Definições de equilíbrio Lei da ação das massas
02	Princípio de Le Chatelier
03	Equilíbrio iônico pH e pOH
04	Equilíbrio iônico Hidrólise salina Solução tampão
05	Manipulação de constantes Cálculos com equilíbrio químico

Fonte: O Autor

Na segunda, terceira e quarta aula, as equipes fizeram uma apresentação de 20 min sobre o assunto do qual ficou responsável. As apresentações foram coletivas onde todos os membros da equipe participaram e os estudantes usaram diferentes técnicas de apresentação, mesclando o uso do quadro e recursos audiovisuais como projetores de vídeo e caixas de som. Na quarta aula novas equipes de estudantes foram formadas, de tal maneira que cada grupo novo contivesse um representante dos grupos anteriores. Foi proposta a esses grupos a resolução de exercícios pertinentes ao assunto de equilíbrio químico.

Ressalta-se que a função do professor nesse método foi dividir as equipes, distribuir os conteúdos a ser trabalhado por cada grupo e estar disponível para esclarecer dúvidas pontuais sobre a matéria que surgissem durante os trabalhos das equipes.

### 3.5 Aplicação do método positivista

O método positivista baseia-se em aulas convencionais que tenta apresentar o conteúdo de forma ampla e detalhada sem apropriações ou contextualizações. Para isso foram ministradas 5 aulas teóricas de 50 min cada, divididas da seguinte maneira:

Aula 01: Definição de equilíbrio químico e lei da ação de massas.

Aula 02: Fatores que afetam o equilíbrio e princípio de Le Chatelier.

Exercícios de fixação.

Aula 03: Equilíbrio iônico: cálculo de pH e pOH. Manipulação de constantes. Exercícios de fixação

Aula 04: Equilíbrio iônico: Efeito do íon comum, hidrólise salina e solução tampão.

Aula 05: Exercícios de fixação.

Aula 06: Aplicação do questionário de aprendizagem.

### **3.6 Aplicação do método pluralista**

O método pluralista foi aplicado em uma turma de técnicos em informática. partindo desse princípio para o desenvolvimento da metodologia estudada e de comum acordo entre os alunos escolheu-se a melhor maneira de Alencar ao conteúdo do curso.

Foram ministradas três aulas teóricas sobre o tema de equilíbrio químico pelo professor. As aulas foram divididas da seguinte maneira:

Aula 01: definição de equilíbrio químico e lei da ação de massas. fatores que afetam o equilíbrio e princípio de Le Chatelier

Aula 02: equilíbrio iônico: cálculos de pH e soluções tampão.

Aula 03: exercícios de fixação

Após esse primeiro momento, dividiu-se os estudantes em grupos, sendo cada grupo responsável em aprofundar um dos temas da matéria e desenvolver uma atividade que demonstre a aplicação da teoria estudada pelo grupo correlacionado com os previamente adquiridos pelo curso técnico de informática. A divisão dos assuntos de equilíbrio químico por equipe está descrito na Tabela 2.

Tabela 2 - Grupos para desenvolvimento de aplicações executáveis na metodologia pluralista

GRUPO	CONTEÚDO
01	Determinação de pH de ácidos fracos
02	Determinação de pH de bases fracas
03	Determinação de pH de soluções-tampão
04	Determinação de solubilidade de sais pouco solúveis

Fonte: O Autor

O professor esteve disponível durante as aulas para tirar dúvidas sobre a matéria. E, ao final da semana de aulas, os grupos apresentaram os seus trabalhos finais no laboratório de informática e responderam ao mesmo questionário de avaliação aplicado às outras turmas.

Os estudantes tiveram 2 aulas para desenvolverem e apresentarem suas aplicações à toda a sala e na 6<sup>a</sup> aula responderam o mesmo questionário de aprendizagem utilizado para os outros alunos.

### 3.7 Aplicação do questionário de aprendizagem

O questionário de aprendizagem aplicado em todas as turmas foi desenvolvido baseando-se em quatro tópicos descritos no PNEM MEC os quais os alunos deveriam saber ao finalizar os estudos em Equilíbrio químico, entre colchetes há o código utilizado para a montagem dos gráficos:

- Identificar reações em equilíbrio; [A]
- Escrever as reações por meio de constantes de equilíbrio e manipulá-las; [B]
- Identificar os fatores que alteram o equilíbrio; [C]
- Prever quantidades de reagentes e produtos quando se atinge o equilíbrio. [D]

Também foram inseridas questões para avaliação pelos alunos do método de ensino-aprendizagem vivenciado por eles no desenvolvimento deste trabalho. Para isso, proposto a eles levando-se em consideração os seguintes fatores e a forma de avaliar

Tabela 3 - Avaliação do método e pesos da avaliação

Fatores de Avaliação	Notas para avaliar o método				
	1	2	3	4	5
Aprendizagem pessoal do conteúdo	Insatisfatório	Ruim	Regular	Boa	Ótima
Dificuldades encontradas durante o processo de aprendizagem	Nenhuma	Poucas	Razoáveis	Algumas	Muitas
Avaliação do Método Proposto	Insatisfatório	Ruim	Regular	Bom	Ótimo

Fonte: O Autor

### 3.8 Análise de componentes principais

Os resultados obtidos pelos questionários aplicados antes e após às aulas de equilíbrio químico foram tratados estatisticamente empregando análise de componentes principais a fim de visualizar melhor a influência dos diferentes métodos aplicados na eficiência do processo de ensino-aprendizagem de equilíbrio químico dos discentes. Utilizou-se para todos os cálculos estatísticos o software Statistica 6.0.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliação inicial das turmas

Durante a conversa informal com os alunos buscou-se saber quais os conhecimentos prévios os estudantes tinham sobre equilíbrio químico. A turma de enfermagem relatou já ter conhecimento de uma parte do assunto quando falaram da relação com pH e alguns medicamentos e exames os quais são inseridos pelos professores do curso técnico. Os demais alunos, em sua maioria, não tinham qualquer ideia sobre equilíbrio químico, mas em algumas turmas os estudantes disseram que o equilíbrio químico podia estar relacionado com a equivalência entre reagentes e a estática do equilíbrio físico estudado durante o 1º ano de Ensino Médio no conteúdo de mecânica.

De uma maneira geral, os alunos, antes de iniciar as aulas de equilíbrio químico, não conseguiram definir com clareza o que seria equilíbrio químico. Essa conversa inicial foi importante para a observação de algumas associações equivocadas entre diferentes matérias realizadas por esses estudantes, como a relação entre a mecânica clássica e reações químicas, o que pode levá-los a admitirem o equilíbrio apenas como uma aplicação das leis newtonianas da “ação e reação”, o que pode gerar problemas para a desconstrução desse conhecimento<sup>13</sup>.

### 4.2 Avaliação do Método Construtivista

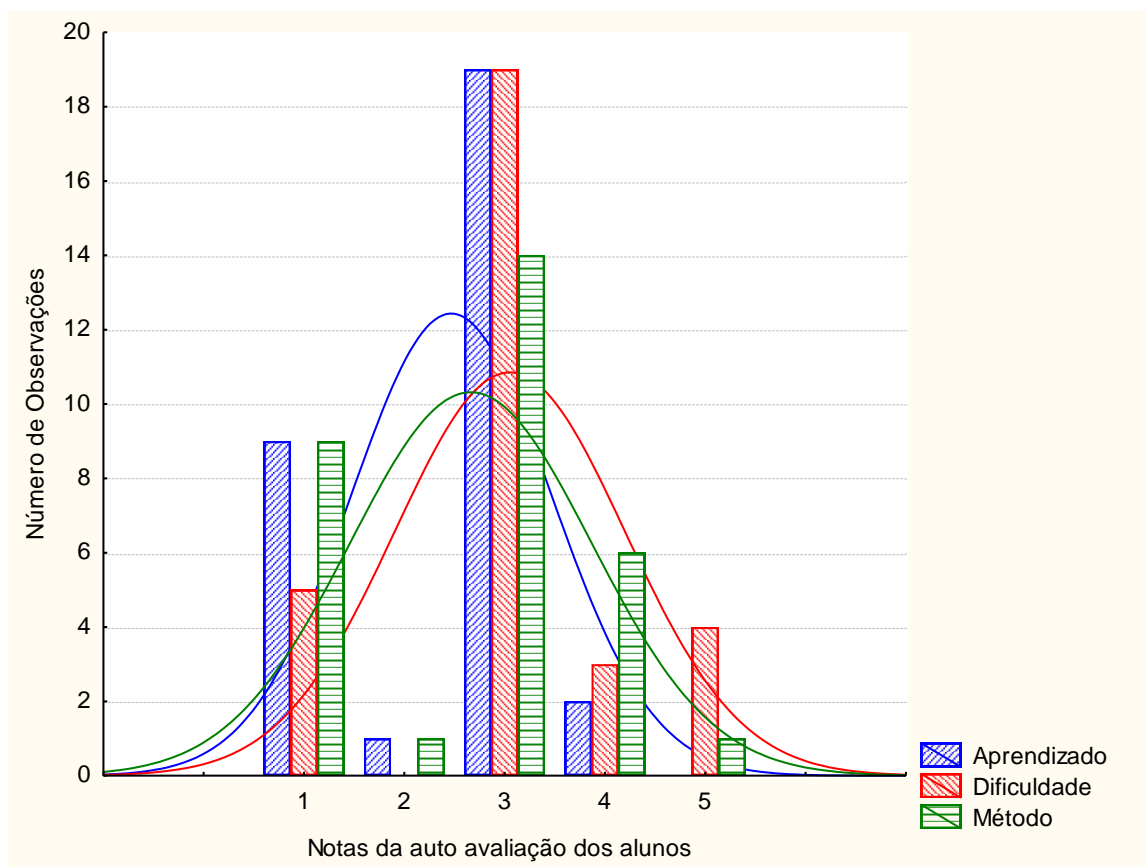
A técnica construtivista escolhida foi adaptada da técnica “jigsaw” utilizada por Doymuns, 2008.

Os alunos manifestaram curiosidade e interesse com a utilização de uma nova prática pedagógica. A expectativa de uma aula diferente daquelas ministradas comumente despertou a atenção e o empenho dos estudantes durante as aulas. Estimulados pelo novo, os alunos iniciaram com avidez os estudos em equipe. O estudo de forma coletiva se desenvolveu muito bem, apesar de surgirem algumas dúvidas sobre a matéria no decorrer do trabalho que não puderam ser esclarecidas dentro da equipe de alunos. Neste momento a figura do professor foi imprescindível para elucidar todas as dúvidas dos estudantes. Os grupos que apresentaram maiores dificuldades foram aqueles responsáveis pelos tópicos “manipulações de constantes de equilíbrio químico e

cálculos de equilíbrio químico” e “conceitos de equilíbrio químico”. Esses tópicos, portanto, foram repassados para as demais equipes com o nível de conhecimento e aprofundamento prejudicados, diante da insegurança dos estudantes nessa parte da matéria de equilíbrio químico.

Ao final da semana de aulas usando o método construtivista, os alunos responderam o questionário desenvolvido para avaliar as habilidades indicadas nos PCNEM e o método construtivista.. Na Figura 1 pode-se observar um histograma dos resultados da avaliação do método construtivista pelos alunos para os itens: avaliação do seu desempenho; dificuldades encontradas ao aprender equilíbrio químico e avaliação do método construtivista.

Figura 01 - Histograma de avaliação do método construtivista



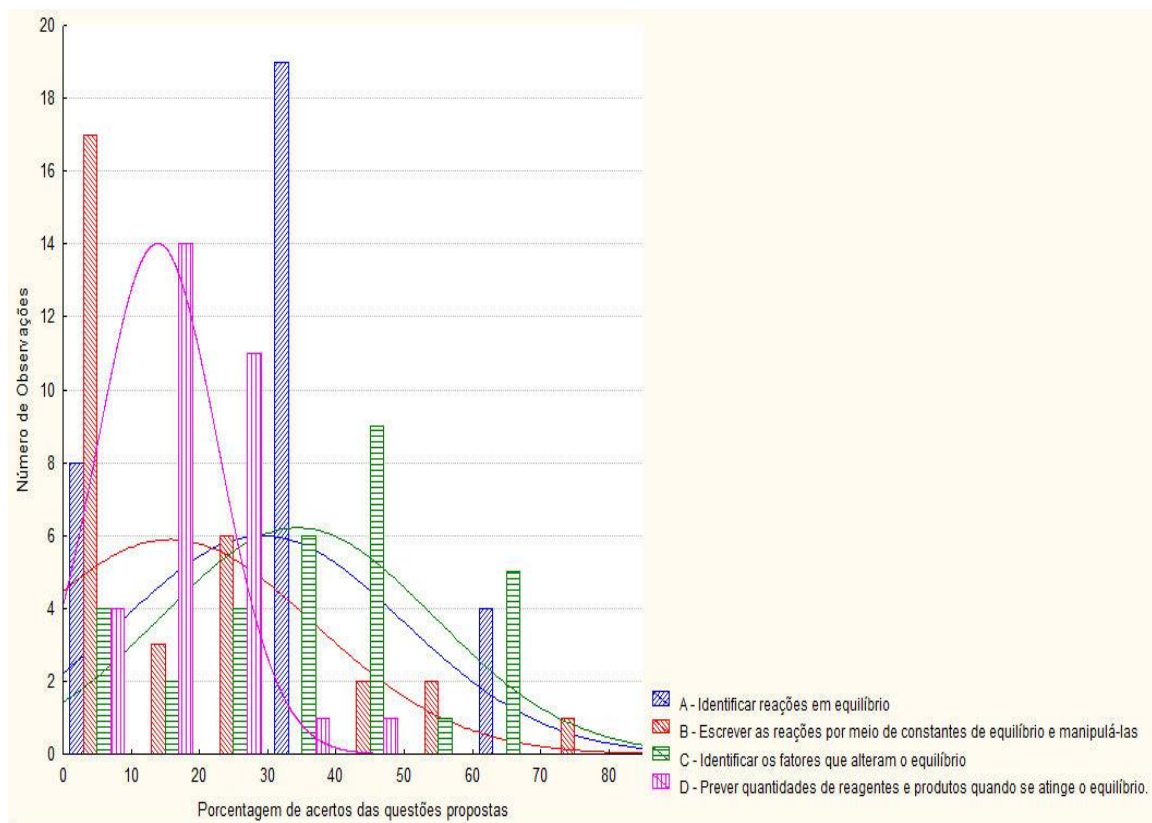
Fonte: O Autor

Pode-se observar que a distribuição das notas se dá por uma provável distribuição normal. Cerca de 27% dos alunos submetidos a esse método consideraram sua aprendizagem e o método construtivista como insatisfatório, mesmo a grande maioria considerando seu aprendizado razoável (cerca de 57,6%). Nenhum aluno considerou seu aprendizado ótimo e uma minoria 3,0% considerou o método empregado como ótimo.

As dificuldades observadas durante os estudos em sala de aula podem ser vistas na distribuição das notas da avaliação feita pelos alunos, sendo que 78,8% encontraram dificuldades razoáveis a muitas (notas abaixo de 3), o que exemplifica as complicações encontradas durante o desenvolvimento do método.

O questionário também avaliou os estudantes seguindo os requisitos propostos pelo MEC no PCNEM. Na Figura 2 encontra-se o histograma para cada competência com as respectivas frequências.

Figura 2 - Histograma de avaliação do método construtivista levando-se em consideração as competências propostas pelo PCNEM



Fonte: O Autor

Analisando-se o gráfico observa-se que há poucas tendências de distribuição normal, com médias situadas abaixo dos 50 % de aproveitamento. A competência B, que corresponde à representação da equação de equilíbrio químico para as reações e a manipulação da equação, apresentou 0% de aproveitamento para 51,5% dos alunos. Os erros comuns para essa competência são a inclusão de reagentes sólidos e líquidos na constante e a troca de reagentes e produtos na equação da constante de equilíbrio. Essa deficiência afeta outras competências como a D a mesma representa a previsão da quantidade de reagentes e produtos ao se atingir o equilíbrio químico, ou seja, a parte de cálculos com equilíbrio químico, essa competência apresentou nota zero para 24,2% dos alunos.

A competência A a qual representa a capacidade de se identificar reações que entram em equilíbrio mostra que 57,6% dos alunos acertaram aproximadamente 30% das questões propostas, um aproveitamento abaixo da metade. Resultado semelhante foi observado para a competência C que consiste em avaliar fatores que alteram o equilíbrio químico.

Ao se avaliar a competência B, a curva de distribuição apresenta-se com média muito baixa próxima de 10%, isso corresponde a média de acertos de questões desse quesito. Assim, pode-se inferir que o uso do método construtivista foi ineficiente para o aprendizado de manipulações de equações de constante de equilíbrio químico que envolvem cálculos matemáticos. Esse resultado pode ter ocorrido na pelo tipo de método de ensino-aprendizagem que foi aplicado aos estudantes, mas por uma deficiência em conhecimentos básicos de matemática.<sup>2,13</sup>. Os resultados também mostram uma má compreensão dos conceitos básicos de equilíbrio químico, o que prejudica os cálculos envolvendo constantes de equilíbrio químico.

Os conceitos teóricos que podem ser a causa para o método construtivista não ter sido eficiente no ensino de equilíbrio químico, pois esta matéria é extremamente abstrata e diversos autores como Laburú *et al.* (1998), Laburú (1996), Chinn & Brewen (1993), Rowell (1989), Karmiloff & Smith (1974) discutem que nenhuma experiência pode de todo estimular construções de conceitos científicos abstratos e idealizados.

Os alunos foram também questionados sobre quais mudanças eles sugeririam ao método de ensino-aprendizagem construtivista. A grande maioria dos estudantes, cerca de 80%, propuseram uma ação mais efetiva do professor dentro da

sala de aula, os demais propuseram aulas práticas para melhor aprendizado. E dentre as dificuldades encontradas, a grande maioria falou sobre os cálculos envolvendo pH e as constantes de equilíbrio, além da escassa atuação do professor no método construtivista, que se limitou a distribuição dos alunos e em dúvidas pontuais caso estas não pudessem ser esclarecidas dentro do grupo de estudo.

#### 4.3 Avaliação do método positivista

O positivismo é um conjunto de conceitos derivados de August Comte no qual propõe uma neutralidade da ciência, tratando os fenômenos de formas objetiva e o PCNEM está baseado grande parte nesses princípios, assim como a nossa sociedade industrial<sup>21</sup>. Mesmo sendo um método constantemente rejeitado academicamente, ele continua sendo o método mais aplicado nas escolas brasileiras.

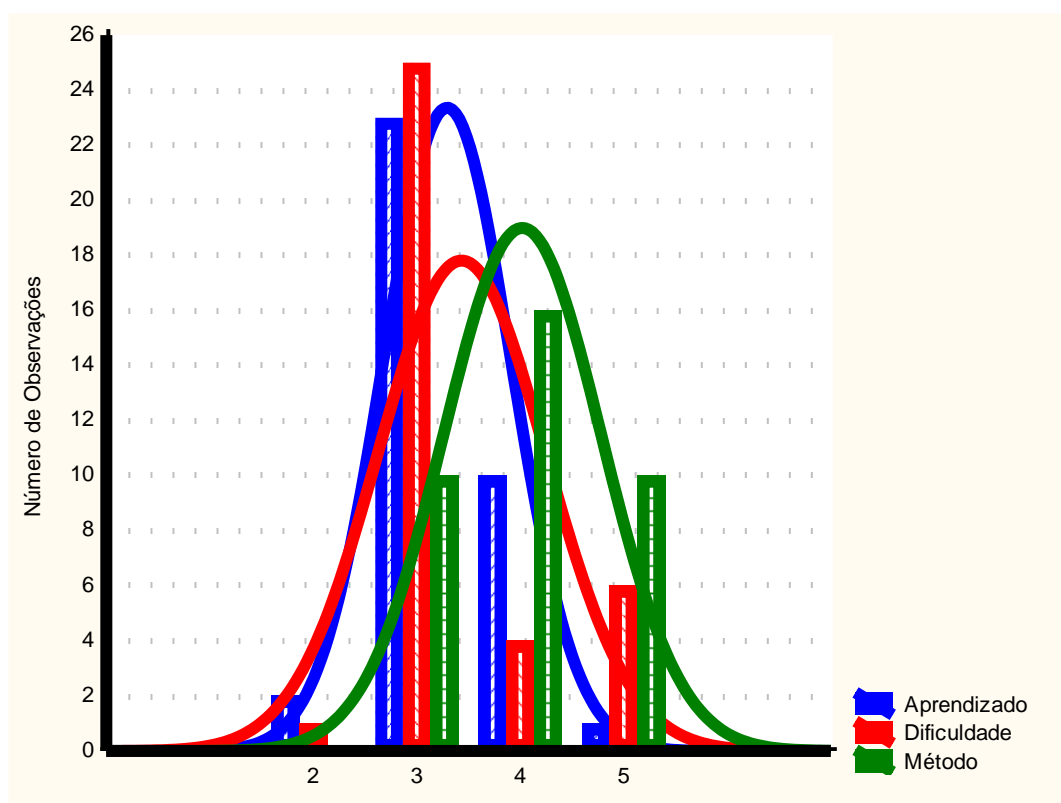
Ao se falar em ensino de ciências deve-se lembrar que a própria ciência encontra-se ainda permeada do pensamento positivista do século XIX e é quase inevitável levar essas bases para a sala de aula.

Uma aula convencionalmente positivista com um professor lecionando aos alunos todo o conteúdo de forma explanativa e direta foi usada neste trabalho em uma das turmas para o tópico de equilíbrio químico. Em tal método o professor tem função ativa frente à passividade dos estudantes que se manifestam apenas para dúvidas.

Junto às aulas, exercícios de fixação foram aplicados aos alunos para que, de forma individual, eles pudessem resolver com base nas explicações dos professores. Dúvidas pontuais surgiram, mas com a intervenção do professor todos os questionamentos foram esclarecidos.

Um histograma com a avaliação do método proposto aos alunos pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 - Histograma de Avaliação do Método Positivista



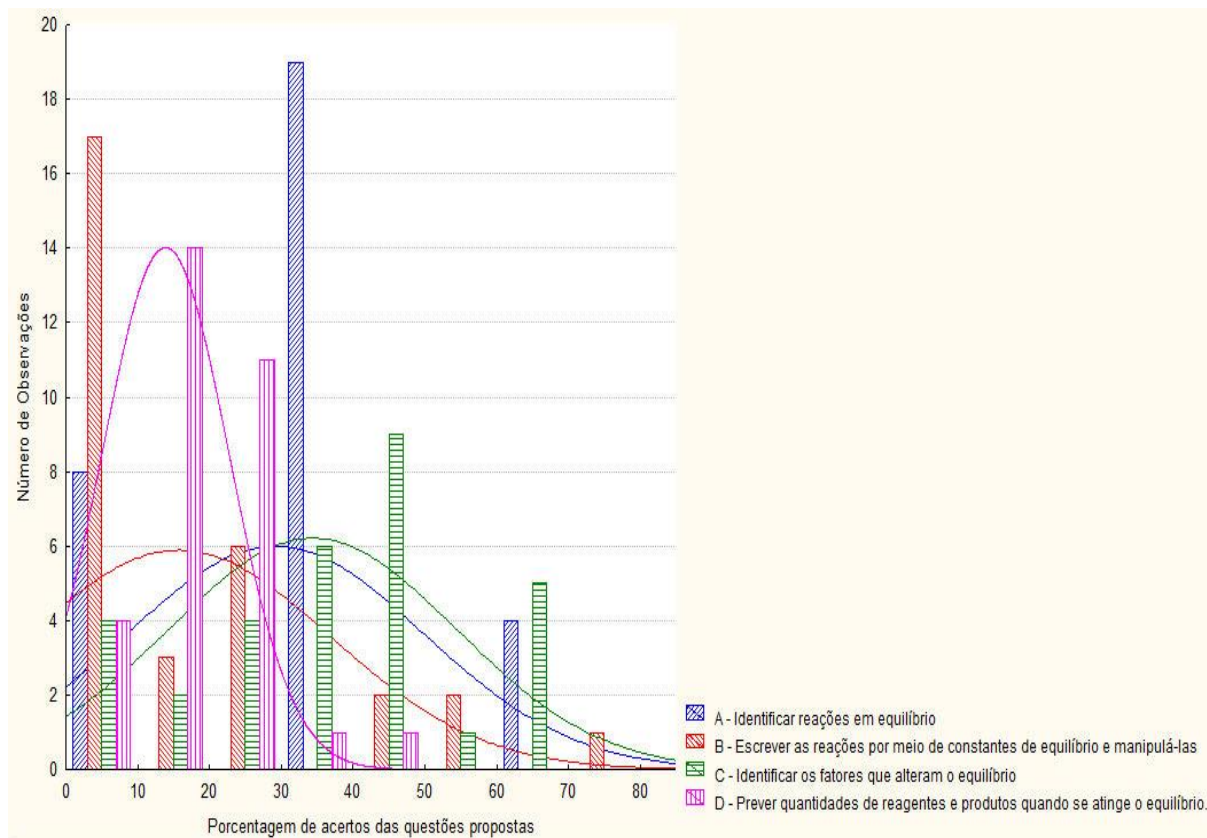
Fonte: O Autor

Observando-se o histograma podemos notar que 94,4% dos alunos julgaram seu aprendizado entre regular e ótimo, mesmo assim 69,4% dos alunos encontraram dificuldades razoáveis e 16,7% encontram muitas dificuldades no estudo de equilíbrio químico. As dificuldades com o conteúdo foram percebidas com os questionamentos durante a resolução dos exercícios. Mesmo com algumas dificuldades, todos os estudantes completaram as tarefas e conseguiram compreender o assunto, mesmo sendo o método de ensino-aprendizagem aplicado sem grandes novidades ou ludicidade, o que poderia provocar o desinteresse dos alunos pela matéria. O método positivista foi classificado como um bom método de ensino-aprendizagem por 44,4% dos estudantes e não houve rejeição ao mesmo, visto que nenhum aluno classificou-o abaixo de razoável.

Provavelmente, o método positivista apresentou bons índices de aprendizagem e aceitação entre os alunos por ser o método costumeiramente aplicado nas aulas de todas as disciplinas durante toda a vivência escolar desses estudantes.

Avaliando-se o histograma da Figura 4, podemos ver a distribuição de acertos em cada competência avaliada nesse trabalho.

Figura 4 - Histograma de avaliação do método levando-se em consideração as competências propostas pelo PCNEM



Fonte: O Autor

Esses dados nos mostram a eficiência do método positivista em relação à manipulação de cálculos dos alunos, pois 97,2% dos alunos obtiveram mais de 50% de acerto nas questões que envolviam manipulação matemática sendo que 47,2% correspondem a acertos superiores a 80%. Esses dados também estão de acordo com o parâmetro B, que trata de representar a equação de equilíbrio químico das reações químicas e manipulá-las, visto que 47,2% dos alunos obtiveram acertos superiores a 80%.

Os conceitos básicos de equilíbrio químico, avaliados pelo parâmetro A, demonstram que mesmo com acertos maiores em outros conceitos, 33,3% dos alunos tiveram acertos entre 30 e 50%. A identificação de reações que entram em equilíbrio é por demais complexa para que todos possam compreender o porquê de uma reação entrar ou não no estado de equilíbrio, a necessidade de compreensão desse assunto pode comprometer a transposição do conhecimento para a vida cotidiana.

Identificar fatores que afetam o equilíbrio químico, avaliados pelo parâmetro C, é mais dependente do parâmetro A, apresentou valores inferiores aos outros parâmetros, mas ainda considerados bons com 44,4% dos alunos com aproveitamento superior a 50% de acerto.

As maiores dificuldades descritas pelos alunos foi entender a teoria de equilíbrio químico a qual classificaram de complexa e não conseguiram conectar os conhecimentos teóricos com a vida prática. Quando questionados sobre quais mudanças implementariam ao método positivista, os estudantes sugeriram a existência de aulas práticas, o uso de um método mais dinâmico em que o conteúdo pudesse ser ministrado fora de sala de aula com o uso de músicas e contextualizações.

#### 4.4 Avaliação do Método Pluralista

Baseando-se no pensamento de Feurbend, a turma escolhida para esse método pertence ao curso técnico de informática e para se realizar uma junção entre o eixo profissionalizante e regular, em conversa com os mesmos, pensou-se no desenvolvimento de aplicativos para cálculos de equilíbrio químico, o aluno já com o conhecimento prévio das bases do equilíbrio poderiam aplicá-lo no desenvolvimento de softwares simples, mas que também tivessem relação com as habilidades desenvolvidas no eixo profissionalizante.

Assim, após três aulas teóricas ministradas pelo professor, os alunos dividiram-se em grupos para desenvolver uma aplicação do conhecimento visto nas aulas teóricas e tirar suas dúvidas durante o processo de desenvolvimento dessa aplicação. Ressalta-se que o professor nessa etapa, mesmo não exercendo um papel centralizador esteve presente em toda a criação e orientou os estudantes nos trabalhos das equipes.



Os aplicativos desenvolvidos pelos alunos tinham como objetivo a manipulação matemática do equilíbrio, focando-se nos cálculos de pH e pOH, solução tampão e solubilidade de sais poucos solúveis. Todos os grupos conseguiram concluir o trabalho e para isso deveriam colocar em prática tudo aquilo aprendido durante as aulas teóricas, essa técnica obteve êxito e foi muito bem avaliada pelos estudantes os quais elogiaram a forma de como o ensino regular e técnico foram inseridos em uma mesma atividade.

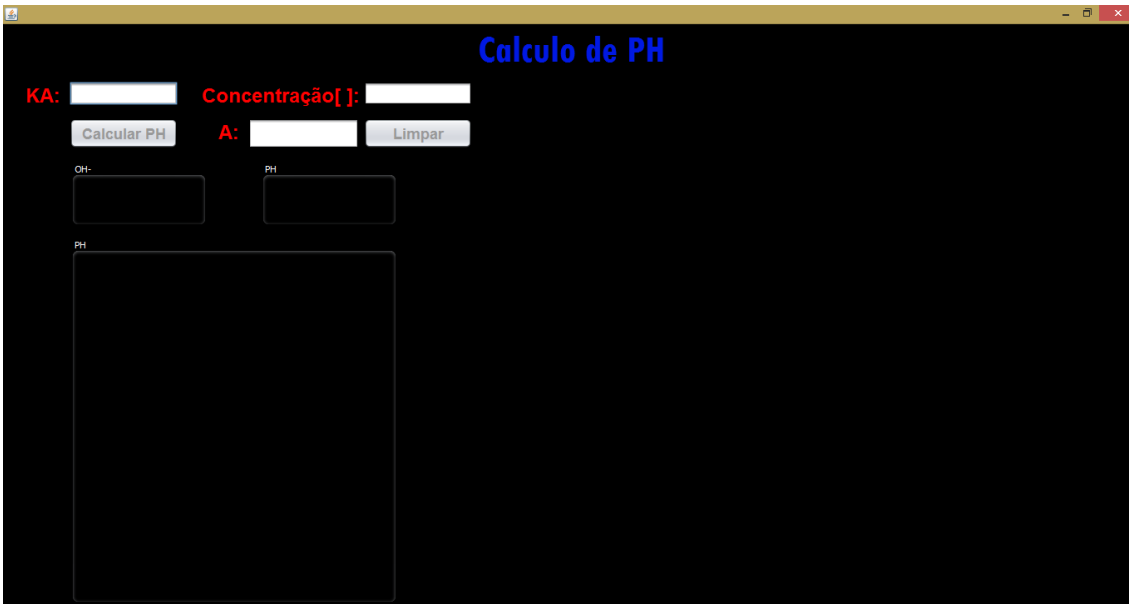
Página inicial das aplicações podem ser vistas nas figuras abaixo:

Figura 5 - Página inicial da aplicação de cálculo de pH de ácidos fracos

H																	He	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba			Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra			Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				
TABLE SPHERE HELIX GRID Calcular Ka																		

Fonte: O Autor

Figura 6 - Página inicial da aplicação de cálculos de pH de bases fracas



The screenshot shows a software window titled "Calculo de PH". At the top, there are two input fields: "KA:" and "Concentração[ ]:". Below these are two buttons: "Calcular PH" and "Limpar". To the right of the "Calcular PH" button is another input field labeled "A:". Below the input fields are two smaller input boxes labeled "OH-" and "PH". At the bottom, there is a large empty rectangular area labeled "PH".

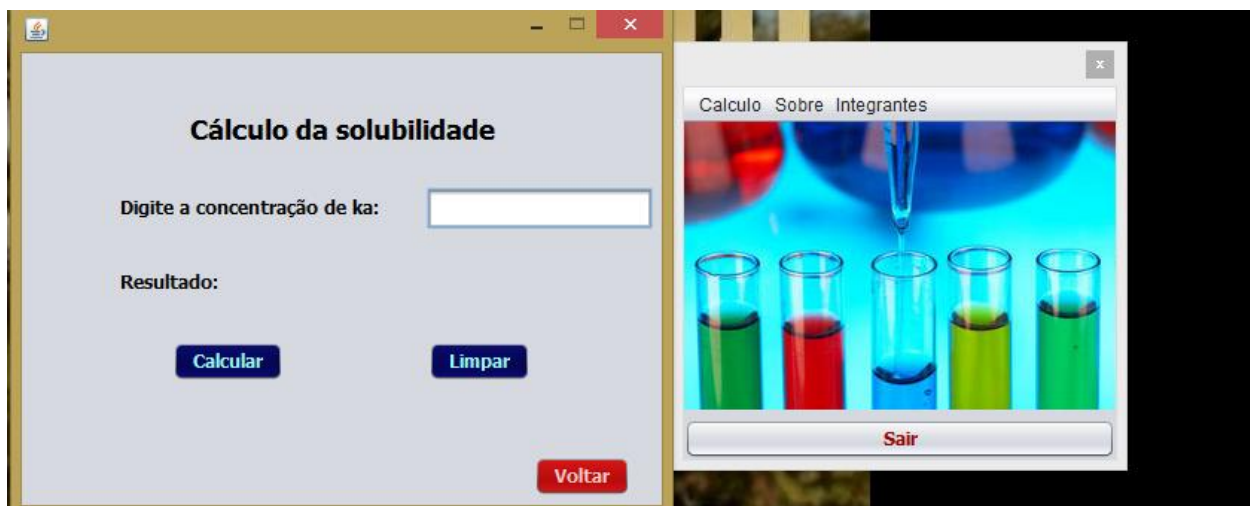
Fonte: O Autor

Figura 7 - Página inicial da aplicação de cálculos para o pH de soluções tampão



Fonte: O Autor

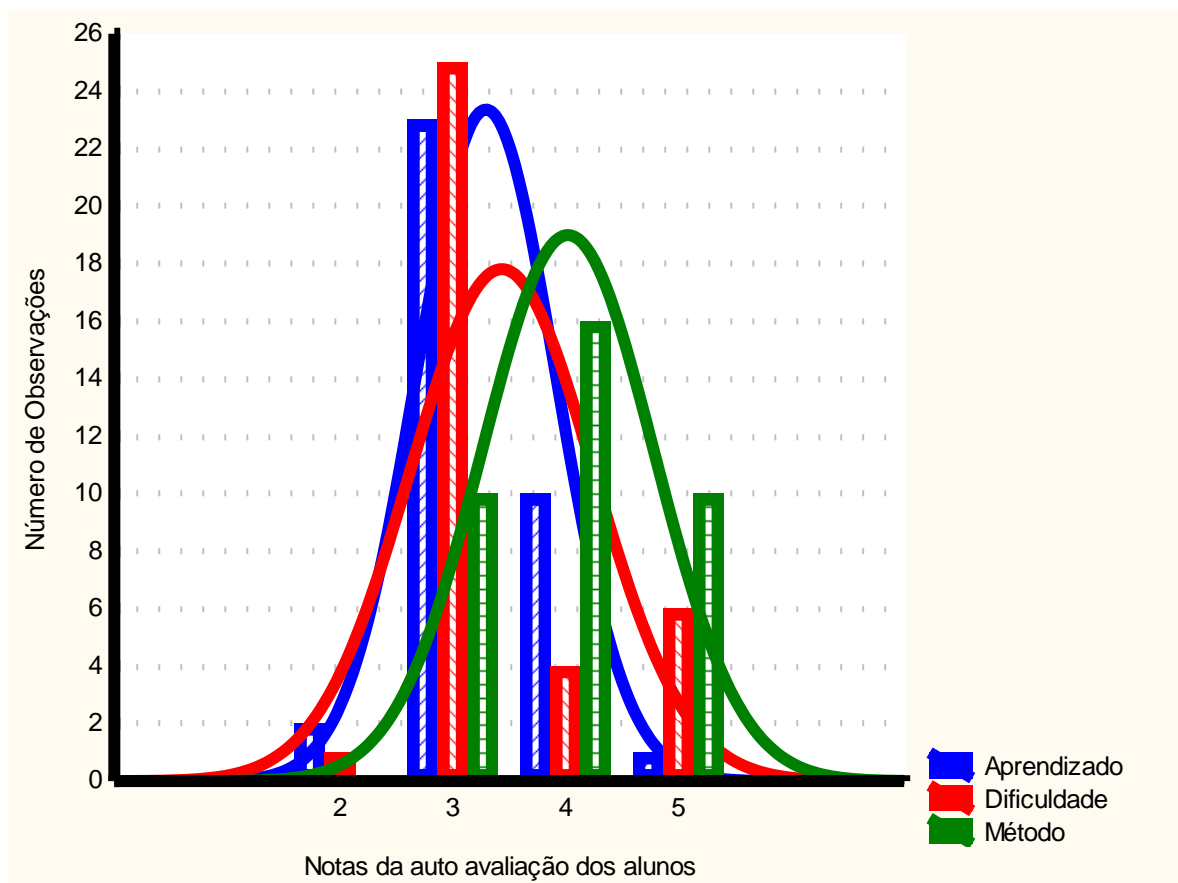
Figura 8 - Página inicial da aplicação de cálculos para a solubilidade de sais pouco solúveis



Fonte: O Autor

O mesmo questionário aplicado às outras turmas foi respondido pelos estudantes da turma de informática para que avaliassem o método pluralista. Os resultados dos questionários podem ser analisado através da Figura 9.

Figura 9 - Histograma de avaliação do método pluralista

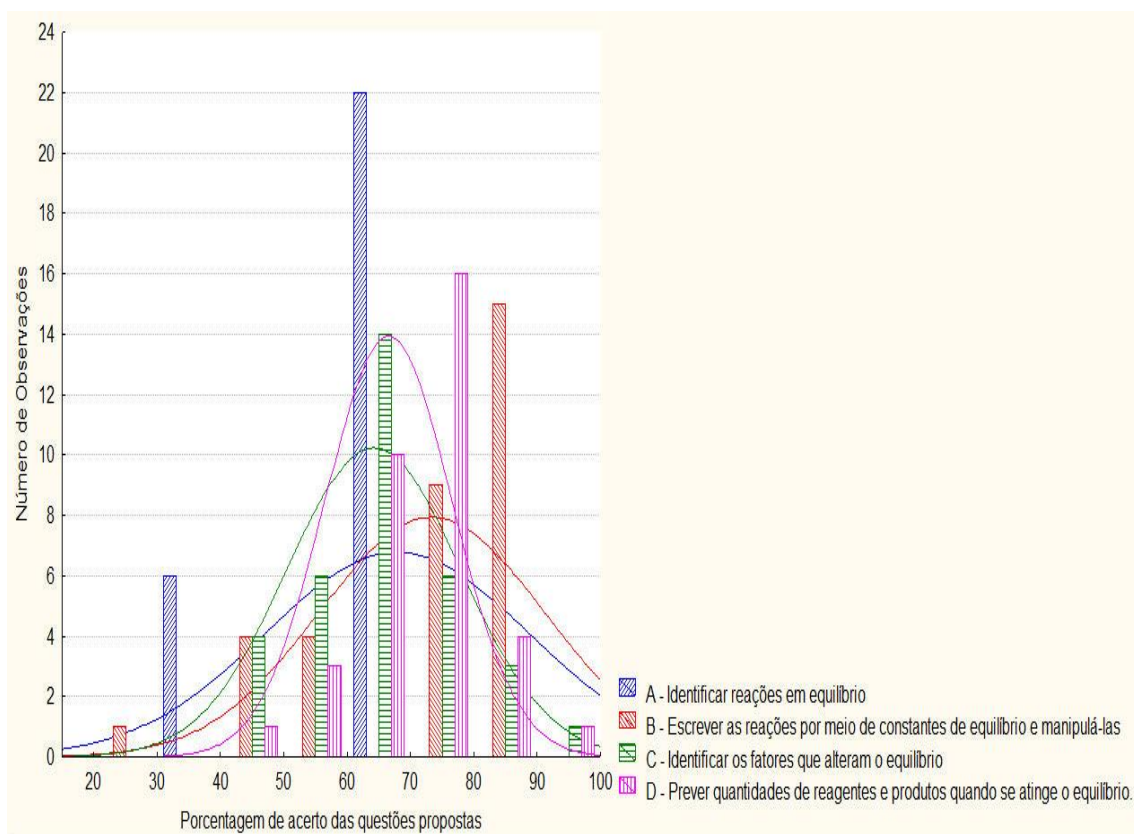


O histograma mostra uma boa homogeneidade nos dados. No parâmetro de auto avaliação da aprendizagem 41,7% dos alunos consideraram sua aprendizagem ótima, provavelmente esse dado está correlacionado com a capacidade que obtiveram em transpor os seus conhecimentos teóricos a algo palpável construído por eles próprios. Assim, 72,2% dos estudantes avaliaram a metodologia de boa a ótima, tal conceito também possivelmente está relacionado com o fato dos estudantes conseguirem através do método pluralista adquirir o conhecimento do conteúdo de equilíbrio químico integrando áreas do conhecimento que a priori os estudantes viam como separadas.

Quando questionados sobre as dificuldades encontradas no conteúdo de equilíbrio químico 44,4% dos alunos encontraram dificuldades razoáveis que os mesmos alegaram como dificuldades em entender o cálculo do pH devido ao uso de logaritmos e a manipulação matemática do equilíbrio químico, o que retorna à dificuldades não ligadas diretamente a química, mas ao raciocínio lógico e matemático dos alunos.

Avaliando-se os parâmetros constantes nos PCNEM o histograma da figura 10 mostra as habilidades dos estudantes submetidas a esse método.

Figura 10 - Histograma de avaliação do método levando-se em consideração as competências propostas pelo PCNEM



Na Figura 10 nota-se que o parâmetro A que mede os conceitos básicos de equilíbrio apresentou porcentagens de acerto superior a 60% das questões para 80,5% dos alunos o que demonstra a capacidade do método de fazer com que os alunos compreendam assuntos de natureza abstrata. Esses dados estão ligados diretamente na identificação de fatores que afetam o estado de equilíbrio químico das reações, ou seja, o princípio de Le Chatelier, sendo que 72,2 % dos estudantes acertaram mais de 60% das questões propostas para avaliar esse componente.

A representação das equações de constantes de equilíbrio das reações foi avaliada pelo parâmetro B que obteve valores ótimos, tendo 47,2 % dos alunos com acertos superiores a 80% das questões. A representação correta das equações das constantes de equilíbrio é essencial para o desenvolvimento correto e manipulação matemática do equilíbrio químico, representado pelo parâmetro D que apresenta 91,6% dos alunos acertando mais de 50% das questões, o que comprova a eficiência do método pluralista para o ensino de questões que envolvam manipulação matemática.

É importante lembrar que a prática de pluralismo é bem mais propícia à inserção de conteúdos de interdisciplinaridade na matriz curricular, uma vez que o professor consegue inserir diversas teorias dentro do método.

#### 4.5 Comparação entre os métodos em estudo

Três diferentes métodos foram aplicados em três turmas para o ensino da matéria equilíbrio químico. Para saber o nível dessas turmas com respeito à esse conteúdo, antes do início das aulas as turmas responderam um questionário sobre equilíbrio químico para saber o nível de conhecimento dos estudantes à respeito do assunto que seria tratado nas aulas. O mesmo questionário foi aplicado após terminada as aulas de equilíbrio químico. Na Tabela 5 pode-se observar as médias obtidas em cada um dos quesitos em estudo para cada método. As variáveis A, B, C e D representam as habilidades propostas pelo MEC já descritas na metodologia.

Tabela 5 - Média das variáveis estudadas nos métodos propostos

<b>Variáveis em Estudo</b>							
<b>Método</b>	<b>A %</b>	<b>B %</b>	<b>C%</b>	<b>D %</b>	<b>Aprendizagem</b>	<b>Dificuldades</b>	<b>Método</b>
<b>Construtivista</b>	29,03	15,66	34,19	14,84	2,45	4,01	2,42
<b>Positivista</b>	58,09	69,09	50,48	66,29	2,91	3,67	3,41
<b>Pluralismo</b>	67,62	73,06	64,00	66,29	3,88	3,70	4,14

Os dados mostrados na tabela mostram uma diferença bastante acentuada do método construtivista em relação aos outros dois, principalmente nas variáveis B e D que representam a representação da constante de equilíbrio de reações químicas e manipulações matemática das constantes de equilíbrio, respectivamente. Isso pode significar que os alunos submetidos a esse método tendem a ter dificuldades com manipulações matemáticas, uma vez que as dúvidas geradas são desconstruídas entre os próprios alunos e conceitos errôneos podem ser formados. Assim, também há uma baixa média na variável A, que representa a capacidade do aluno identificar reações em

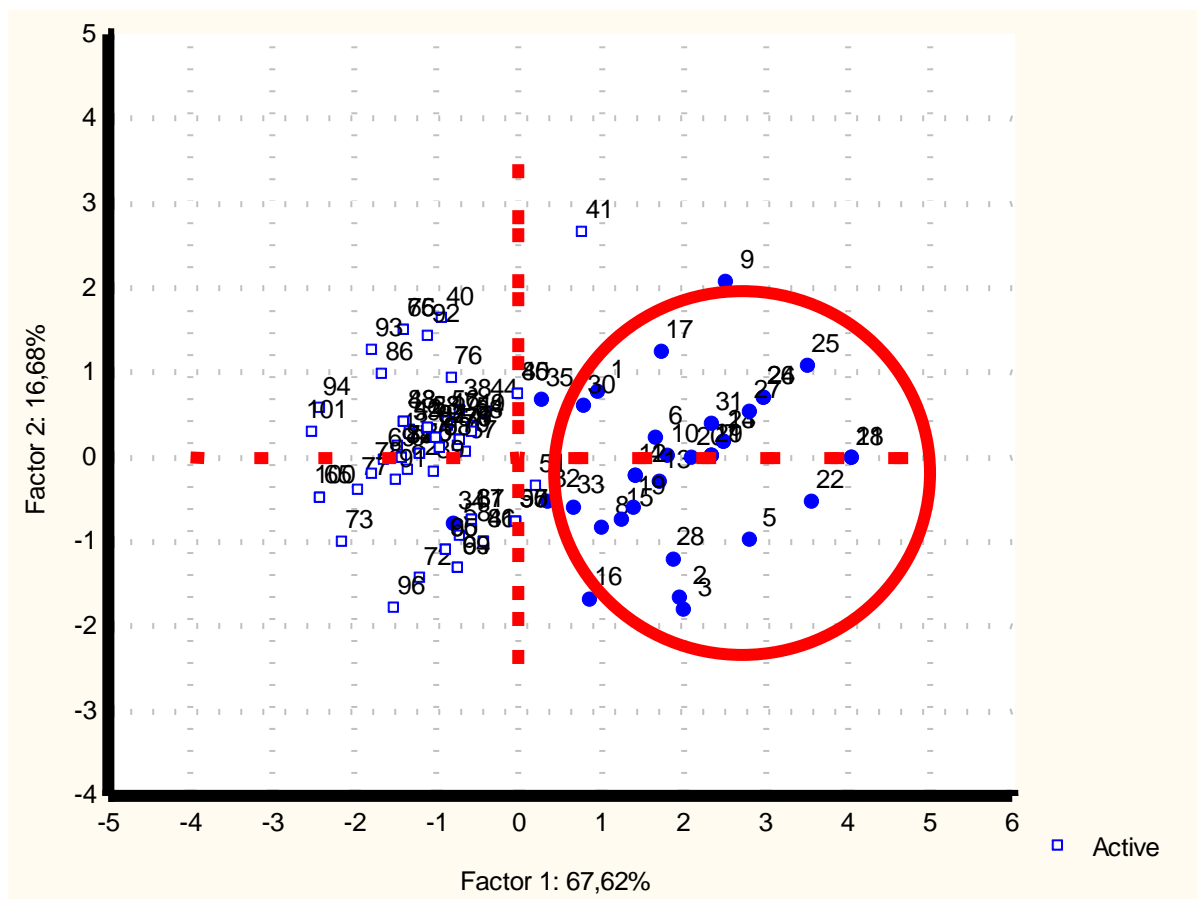
equilíbrio, muito provavelmente isso ocorre devido à grande abstração presente na construção do conceito de equilíbrio. Foi muito comum encontrar nos questionários dos alunos respostas que tendiam a um conceito de equilíbrio estático, ou mesmo a não identificação de reações que podem não se completar. Ghirardi, *et al.*, 2013 utiliza outra técnica construtivista, mas que também apresentou dificuldades dos alunos em entenderem que reações podem não se completar e que o equilíbrio apresenta características dinâmicas.

A análise de componentes principais é um método que tem como finalidade básica realizar uma análise de dados reduzindo-se variáveis e formulando uma linearidade das variáveis iniciais escolhendo as formas mais representativas. Assim, esse método consegue arranjar dados reconhecendo fatores de semelhança entre os mesmos.

Os dados recolhidos dos questionários foram submetidos a uma análise de componentes principais na tentativa de avaliar quais fatores são mais importantes para a diferenciação de grupos dos diferentes métodos de ensino-aprendizagem aplicados aos estudantes.

A Figura 11 mostra o PCA encontrado para os 3 métodos de ensino-aprendizagem em estudo onde os números entre 1 e 35 representam os alunos submetidos ao método construtivista, 36 a 72 os alunos submetidos a técnica positivista e do 72 ao 101 representam os alunos do método pluralista. E na Figura 8 se encontra a representação gráfica dos scores para a construção do gráfico de PCA.

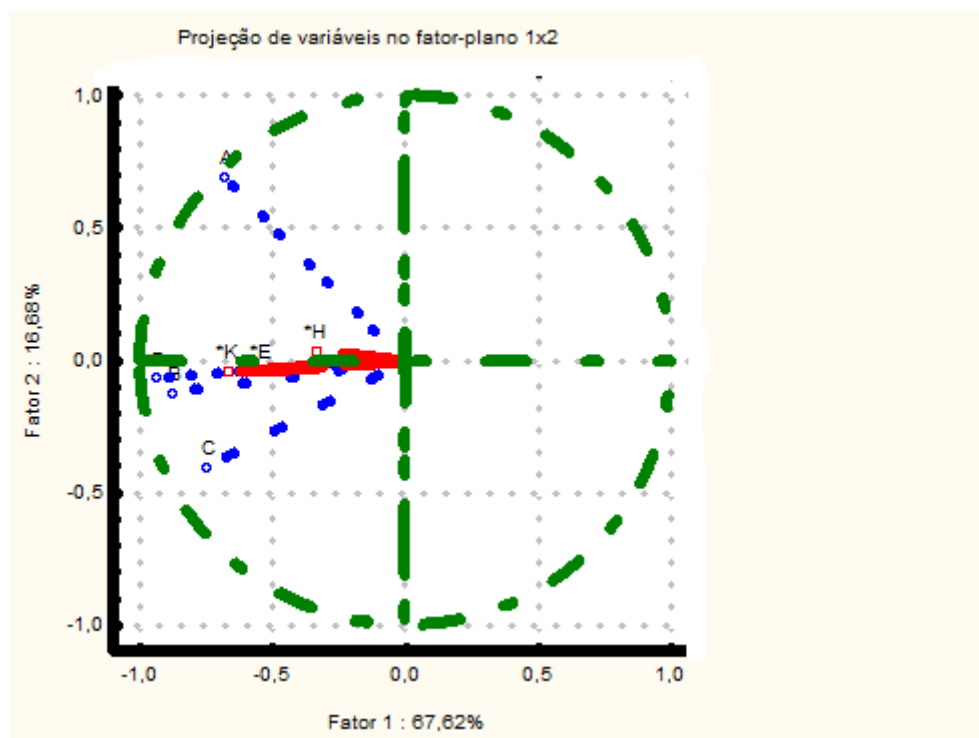
Figura 11 - PCA representando os três métodos de ensino-aprendizagem (construtivista, positivista e pluralista) Fator 2 X 1 com 85% de confiança



Fonte: O Autor



Figura 12 - Gráfico de scores para o PCA que representa os métodos em estudo com 85% de confiança



Fonte: O Autor

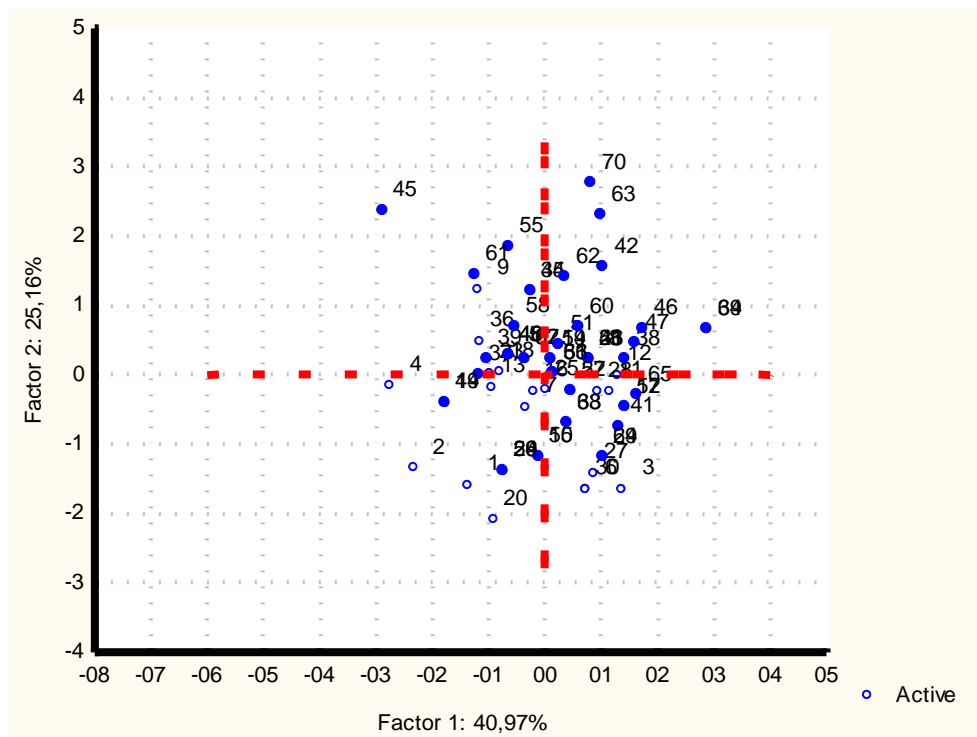
Foram utilizadas como variáveis principais àquelas que representam as habilidades que os alunos necessitavam adquirir ao fim das aulas e como variáveis de suporte os dados de auto avaliação dos estudantes.

Ao se observar o PCA da Figura 10 pode-se notar que todos os alunos do método construtivista encontram-se isolados em um grupo na direita do plano. Essa separação era óbvia devido aos dados da Tabela 5, contudo, ao se observar o gráfico de scores não se observa nenhuma variável no eixo 1, o de maior porcentagem de diferenciação, o que demonstra que os alunos submetidos ao método construtivista não se encontram representados por nenhum desses fatores. E, mesmo formando um grupo separado, os estudantes não comungaram de fatores em comum de aprendizagem. A literatura reporta que conceitos abstratos tendem a ser de difícil compreensão, uma vez que tais princípios foram construídos durante vários anos com a participação de diferentes pessoas. Como o conhecimento inicial de cada aluno é diferente e intrínseco às suas próprias experiências, e, pelo fato de no método construtivista, o professor não

interferir no processo de aprendizagem do aluno, estes tendem a aprender os conteúdos que têm mais afinidade e nem sempre formam conceitos corretos sobre o conteúdo<sup>19-21</sup>. Não há aparentemente nenhuma maneira das variáveis em estudo apresentarem concordância nesse grupo, uma vez que são um grupo de aprendizado aparentemente heterogêneo pelas características do método construtivista.

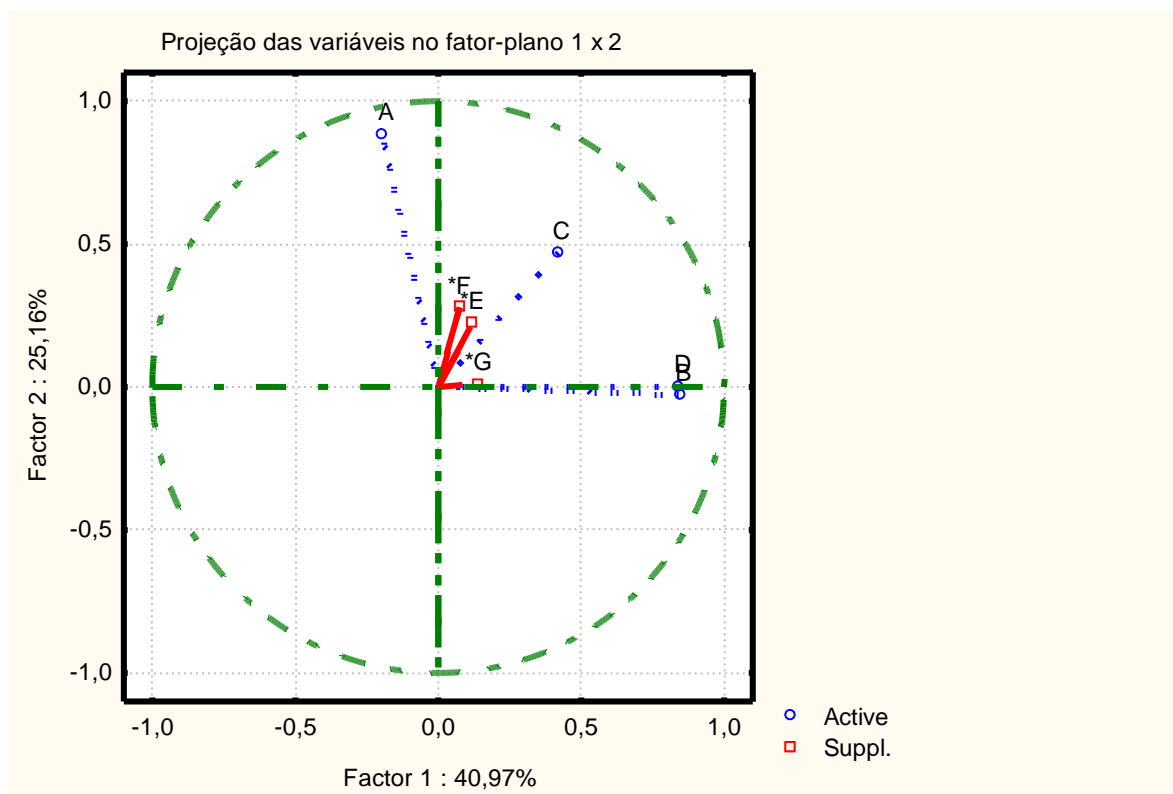
Uma vez que o grupo construtivista apresentou-se muito diferente dos outros dois, não é possível observar uma separação clara entre os outros dois métodos e, portanto, uma segunda análise de componentes principais foi realizado para se determinar possíveis semelhanças e quais variáveis causam essa similaridade. Os novos PCA's podem ser vistos na Figura 12 com seu gráfico de scores na Figura 13.

Figura 13 - PCA para os grupos dos métodos positivistas e pluralismo com 70% de confiança



Fonte: O Autor

Figura 14 - Gráfico de Scores do PCA para os métodos positivista e pluralista



Fonte: O Autor

Analisando-se os gráficos, pode-se observar que as variáveis relacionadas à representação de equação de constantes de equilíbrio químico e manipulação matemática dessas equações (B e D, respectivamente) apresentaram-se muito próximas de zero o que demonstra que os fatores não influenciaram nesses grupos. As variáveis que representam o conhecimento do estado de equilíbrio e os fatores que afetam o equilíbrio estão em posições opostas ao se observar o eixo do fator 1 que representa a maior porcentagem.

No PCA não há uma clara divisão entre os grupos, representados agora da seguinte maneira: 1 ao 36 método positivista e 37 ao 72 método pluralista. Contudo, observa-se que muitos alunos aproximam-se do eixo no 0, e grande parte deles pertencem ao método pluralista o que demonstra que as variáveis tiveram peso igual na análise de componentes, ou seja, o aluno conseguiu entender os conceitos básicos de equilíbrio e suas aplicações e manipulações matemáticas de maneira homogênea.

Grande parte dos alunos submetidos ao método positivista tendeu a se distribuir ao redor do centro do gráfico, tendo indício de sua divisão, contudo, quase

nenhum estudante submetido a esse método encontra-se no lado direito do PCA, o que confere que tais estudantes entendem o conceito de equilíbrio, mas não conseguem aplicá-lo. O positivismo trabalha com conceitos de disciplina e repetição de modelos aumentando assim a eficiência do ensino, contudo há a necessidade de um trabalho pontual para que o aluno consiga desenvolver os conceitos necessários, mas observa-se bom aproveitamento no ensino de questões mais abstratas<sup>10</sup>. Propostas baseadas no positivismo buscam possibilitar ao estudante o acesso às verdades científicas e o desenvolvimento do pensar e agir<sup>22</sup>, assim conhecimentos adquiridos cientificamente são explanados e sorvidos pelos alunos nesse método, mesmo que não seja possível observar a aplicação real aplicação.

Aqueles alunos do método pluralista que não estão próximos do zero estão, em boa parte, localizado no lado direito superior, zona que representa a variável que identifica os fatores que influenciam o equilíbrio químico. Eles também tendem a ser influenciados pela variável de identificação de sistemas em equilíbrio químico, o que pode significar o entendimento teórico e aplicação do equilíbrio.

O pluralismo é marcado pela inserção de diversas metodologias buscando que fatores menosprezados em um método sejam considerados. Observando os dois gráficos de scores inserido e não inserido o método construtivista observa-se que houve uma inversão das variáveis C, D e E e mesmo assim todas muito próximas de 0 nos eixos Y e X respectivamente, isso demonstra como esse método resolve dificuldades encontradas em métodos únicos.

Os métodos pluralista e positivista não obtiveram diferenciação clara no PCA, o que mostra que não há diferenças estatísticas suficientes para que um método ou outro seja declarado como mais eficiente, parte do professor a escolha do método que melhor representará sua turma.

O método pluralista foi realizado pelo mix de pensamentos positivistas e construtivistas. A aproximação do método pluralista ao positivista pode representar a tendência natural da educação a esse método devido ao longo tempo que o pensamento positivista está inserido na educação.

A escolha por uma única metodologia pode significar uma apropriação superficial da teoria e a desconsideração de outras que podem ser tão enriquecedoras

quanto a escolhida<sup>23</sup>. Nascimento, 2010, descreve que produtividade não deve ser usada como dosimetria na qualidade do ensino, mas que uma educação para a cidadania deve ser utilizada.

O método pluralista demonstrou-se tão eficiente quanto o positivista, mas permite ao professor uma abertura para a inserção de novas ferramentas de ensino e da interdisciplinaridade que é a nova busca da educação<sup>1</sup>.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um estudo das metodologias de ensino de equilíbrio químico é um assunto bem explorado na literatura uma vez que diferentes métodos se comportam de forma bem diferente ao se relacionar assuntos abstratos.

No presente trabalho avaliou-se os métodos mais decorrentes na educação brasileira e estudou a proposta do método pluralista avaliando-os de forma estatística com análise de componentes principais demonstrando as principais diferenças entre os mesmos.

Um gráfico de PCA demonstrou a diferença clara do método construtivista, no presente trabalho exemplificado pelo método de JIGSAW, e provou matematicamente aquilo discutido em diversos artigos na literatura que questiona a capacidade de ensinar por esse método assuntos abstratos.

Observou-se além disso similaridades entre o método positivista e pluralista, mas questiona-se no meio acadêmico a permanência do positivismo como corrente pedagógica moderna.

O método pluralista mostrou-se como o de maior eficiência junto ao positivista, no entanto apresenta melhores alternativas aos professores a possibilidades de uso de interdisciplinaridade.

## Referências

1. BRASIL. MEC. Secretária de educação média e tecnológica. PCN. Ensino Médio. Brasília, MEC. 2002<sup>a</sup>.
2. QUÍLEZ, J. *From chemical forces to chemical rates: A historical/Philosophical foundation for the teaching of chemical equilibrium*, Science & Education, 18, 1203-1251, 2009.
3. GHIRARDI, M.; MARCHETTI, F.; PENTTINARI, C.; REGIS, A.; ROLETTO, E.; *A teaching sequence for learning the concept of chemical equilibrium in secondary school education*. Journal of Chemical Education, 91, 59-65, 2014.
4. TYSON, L.; TREAGUST, D.F.; BUCAT, R.B.; *The complexity of teaching and learning chemical equilibrium*. Journal of Chemical Education, 76, 554-558, 1999.
5. JOHNSTONE, A.H.; LETTON, K.M.; *Investigating undergraduate laboratory work*. Education in Chemistry, 27, 9-11, 1990.
6. CAMPANARIO, J.M.; BALLESTROS, R.; *A short program for teaching chemical equilibrium*. Journal of computer in mathematics and science teaching, 10, 87-94, 1991.
7. FISHER, R.M.E.; *A questão das técnicas didáticas – uma proposta comprometida em lugar da decantada “neutralidade” das técnicas didático-pedagógicas*. IJUÍ, mimeo, Nov. 1978.
8. GLASERSFELD, E.V.; *Cognition, construction of knowledge and teaching*. Syntheses, 80, 121-140, 1989.
9. LAWSON, A.E.; *How do humans acquire knowledge? And what does that imply about the nature of knowledge?* Science & Education, 9, 577-598, 2000.
10. BERGO, A. C.; *O positivismo: Características e influência no Brasil*, Reflexões, Campinas, 1983.

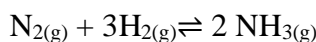
11. FEYRABEND, P. *Contra o método*. Francisco Alves, 3ª edição, Rio de Janeiro, 1989.
12. DOYMUS, K.; *Teaching Chemical Equilibrium with the Jigsaw technique*. Res. Sci. Educ., 38, 249-260, 2008.
13. QUÍLEZ, J.A.; *A historical approach to the development of chemical equilibrium through the evolution of the affinity concepts some education suggestion*. Chem. Educ. Res. Prat., 5, 69-87, 2004.
14. SLAVIN, R.E.; *Cooperative learning*. Review of education research, 50, 315-342, 1990.
15. DOYMUS, K.; SIMSEK, U.; BAYRAKCEKEN, S.; *The effect of cooperative learning on attitude and academic achievement in science lessons*. Journal of Turkish Science Education, 2, 103-113, 2004.
16. LABURÚ, C.E.; *La crítica en la enseñanza de las ciencias: constructivismo y contadición*. Enseñanza de las ciencias, 14, 93-101, 1996.
17. CHINN, C.A.; BREWER, W.F.; *The role of anomalous data in knowledge acquisition: a theoretical frame work and implications for science instruction*. Review of educational research, 63, 1-49, 1993.
18. KARMILOFF-SMITH, A.; INHELDER, B.; *If you want to go ahead, get a theory*. Cognition, 3, 195-212, 1974.
19. ROWELL, J.A.; *Laboratory counter examples and the growth of understanding in science*. European Journal of Science Education, 5, 203-205, 1983.
20. LABURÚ, C.E.; ARRUDA, S.N.; NARDI, R.; *Os programas de Lakatos: Uma leitura para o entendimento da construção do conhecimento em sala de aula em situações de contradição e controvérsias*. Ciências & Educação, UNESP, Bauru, 5, 23-28, 1998.
21. COMTE, A.; *Curso de Filosofia positiva; Discurso preliminar sobre o conjunto do positivismo*. Catecismo positivista. Col. Os pensadores, Nova Cultural, São Paulo, 1988.



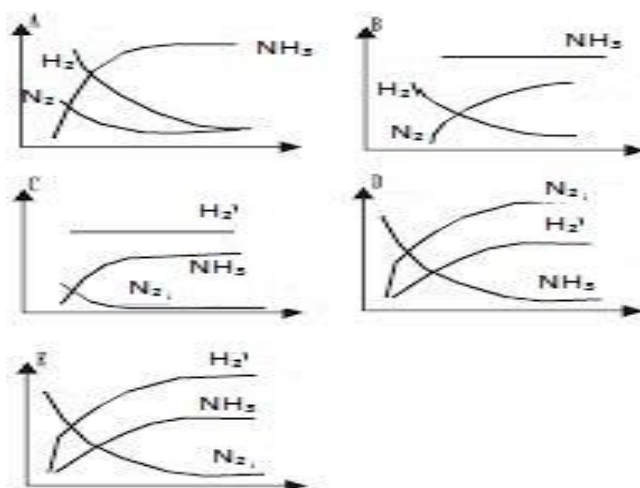
22. NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H.L.; MENDONÇA, V.M.; *Ensino de Ciências no Brasil: História, Formação de professores e desafios atuais*, Revista HISTEDBR On line, 39, 255-249, 2010.
23. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei Nº 9.394 de 20 de Dezembro de 1996, Diário Oficial da União, Brasília-DF, Brasil.

ANEXO 01  
QUESTIONÁRIO DE APRENDIZAGEM

01) No início do século XX, devido à Primeira Guerra Mundial e à necessidade do aumento na produção mundial de alimento, os países precisavam de compostos à base de nitrogênio que pudessem ser usados para a fabricação de bombas e como fertilizantes do solo. Fritz Harber estudou uma reação que utilizava nitrogênio do ar para a produção de amônia. Observando a reação, ele percebia que no início havia uma grande produção de amônia, mas logo depois diminuía-se essa produção até uma etapa onde não se percebia produção de amônia. A reação pode ser descrita por:



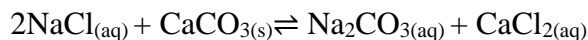
A alternativa que contém o gráfico que melhor representa esse comportamento é:



02) Algumas reações se completam enquanto outras entram em equilíbrio, e esse equilíbrio sabe-se que é dinâmico. Para que uma reação esteja em equilíbrio é necessário que:

- Que a reação tenha um reagente que limite a mesma e que ocorra 100% de rendimento.
- Que a reação não respeite a lei da conservação de massa de Lavoisier.
- Que as velocidades de reação direta e indireta sejam iguais.
- Que a velocidade de reação direta seja sempre duas vezes maior que a inversa.
- Que ocorra uma perturbação que faça com que a reação inversa seja superior a direta.

**03)** Um dos primeiros trabalhos que se fala em equilíbrio químico é aquele atribuído a Claude Louis Berthollet que acompanhou a expedição de Napoleão ao Egito em 1798 e observou a formação contínua de carbonato de sódio na superfície dos lagos que continham altas quantidades de cloreto de sódio. A reação está abaixo (Notação Atual):

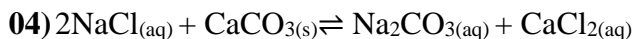


No entanto ele descreve em seu livro *Essais de Statique Chimique* (1803) que a reação ocorrida era exatamente a inversa do que previa a lei das afinidades químicas e considerou que isso deveria ser pelas altas quantidade de NaCl e CaCO<sub>3</sub> presente nos lagos. A única alternativa que **NÃO** representa as ideias de Berthollet é:

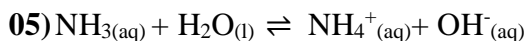
- A alta quantidade de reagentes promove a reação inversa, o que está de acordo com a Lei de Ação de Massas.
- Ocorre um desequilíbrio devido à grande quantidade de reagentes, o que modifica as velocidades de reação fazendo com que o equilíbrio seja modificado.
- A grande quantidade de reagentes desloca o equilíbrio para os produtos, o que é previsto pelo Princípio de Le Chatelier.
- As regras de afinidade química não podem descrever sistemas que entram em equilíbrio.
- Se o sistema com grandes quantidades de reagentes fosse isolado, em determinado momento a regra de afinidades voltaria a ocorrer e o sistema recuperaria o equilíbrio.

#### Texto para as próximas questões.

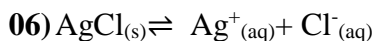
Em 1864, Cato Maximilian Guldberg e Peter Waage publicaram o primeiro artigo que usava um tratamento matemático para explicar a lei das afinidades química, essa explicação ficou conhecida como lei da ação das massas ativas. Que objetivam o princípio do equilíbrio, que é a velocidade da reação direta e inversa serem iguais chegando-se então a uma constante. Para as próximas 5 questões marque a alternativa onde a equação de equilíbrio está corretamente escrita.



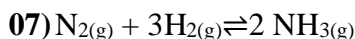
- $[\text{Na}_2\text{CO}_3][\text{CaCl}_2] / [\text{NaCl}][\text{CaCO}_3]$
- $[\text{Na}_2\text{CO}_3][\text{CaCl}_2] / [\text{NaCl}]^2[\text{CaCO}_3]$
- $[\text{Na}_2\text{CO}_3][\text{CaCl}_2] / [\text{NaCl}][\text{CaCO}_3]^2$
- $[\text{Na}_2\text{CO}_3][\text{CaCl}_2] / 2[\text{NaCl}]$
- $[\text{Na}_2\text{CO}_3][\text{CaCl}_2] / [\text{NaCl}]^2$



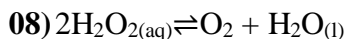
- a)  $[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}] / [\text{NH}_4^+]$
- b)  $[\text{NH}_3] / [\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]$
- c)  $[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}] / [\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]$
- d)  $[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-] / [\text{NH}_3]$
- e)  $[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-] / [\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]$



- a)  $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] / [\text{AgCl}]$
- b)  $[\text{AgCl}] / [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$
- c)  $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] / 1$
- d)  $1 / [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$
- e)  $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] / [\text{AgCl}]^2$



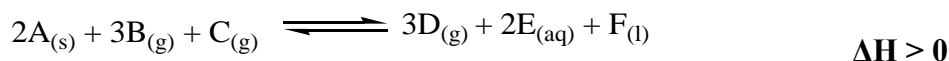
- a)  $[\text{NH}_3]^2 / [\text{N}_2] [\text{H}_2]^3$
- b)  $p_{\text{NH}_3}^2 / p_{\text{N}_2} p_{\text{H}_2}^3$
- c)  $p_{\text{N}_2} p_{\text{H}_2}^3 / p_{\text{NH}_3}^2$
- d)  $[\text{N}_2] [\text{H}_2]^3 / [\text{NH}_3]^2$
- e)  $[\text{N}_2] [\text{H}_2]^3 / p_{\text{NH}_3}^2$



- a)  $[\text{H}_2\text{O}_2]^2 / [\text{O}_2] [\text{H}_2\text{O}]$
- b)  $[\text{H}_2\text{O}_2]^2 / p_{\text{O}_2} [\text{H}_2\text{O}]$
- c)  $p_{\text{O}_2} [\text{H}_2\text{O}] / [\text{H}_2\text{O}_2]^2$
- d)  $p_{\text{O}_2} / [\text{H}_2\text{O}_2]^2$
- e)  $p_{\text{O}_2} / 2[\text{H}_2\text{O}_2]$

Texto para as próximas 5 questões.

Henri Louis Le Chatelier publicou em 1884 um princípio no qual descreve que quando um sistema em equilíbrio é perturbado por forças externas ele irá se deslocar no sentido contrário a essas perturbações a fim de retornar o equilíbrio. Com base nesse princípio, diga nas próximas 5 questões em que sentido se deslocará o equilíbrio quando submetida às perturbações descritas no sistema idealizado por:



**09)** A adição do reagente A ao sistema:

- Irá deslocar para a Esquerda
- Irá deslocar para a Direita
- Não afeta o Equilíbrio

**10)** O aumento da pressão no sistema:

- Irá deslocar para a Esquerda
- Irá deslocar para a Direita
- Não afeta o Equilíbrio

- 11) O aumento da temperatura do sistema:
- ( ) Irá deslocar para a Esquerda
  - ( ) Irá deslocar para a Direita
  - ( ) Não afeta o Equilíbrio
- 12) A retirada do produto E a medida que é formado:
- ( ) Irá deslocar para a Esquerda
  - ( ) Irá deslocar para a Direita
  - ( ) Não afeta o Equilíbrio
- 13) A inserção de um catalisador no sistema:
- ( ) Irá deslocar para a Esquerda
  - ( ) Irá deslocar para a Direita
  - ( ) Não afeta o Equilíbrio

**ATENÇÃO: AS PRÓXIMAS QUESTÕES REFEREM-SE AO CONTEÚDO DE EQUILÍBRIO IÔNICO**

- 14) Sendo  $K_a$  a constante de dissociação de um ácido fraco e  $K_b$  a sua constante de dissociação inversa (base conjugada), podemos afirmar que:
- a)  $K_a \times K_b = 14$
  - b)  $pK_a \times pK_b = K_w$
  - c)  $pK_a + pK_b = K_w$
  - d)  $pK_a + pK_b = pK_w$
  - e)  $pK_a \times pK_b = 14$
- 15) Sobre o pH de duas amostras de água ultrapura localizadas na cidade de Fortaleza com temperatura de  $30^\circ\text{C}$  e na cidade de São José dos Campos (SP) com temperatura de  $10^\circ\text{C}$ , podemos afirmar:
- a) Os pHs das duas são iguais com valor de 7,0
  - b) Os pHs das duas são iguais com valor diferente de 7,0
  - c) Os pHs das duas são diferentes, com valor maior em Fortaleza e menor em São José dos Campos, mas sempre diferente de 7,0
  - d) Os pHs das duas são diferentes, com valor menor em Fortaleza e maior em São José dos Campos, mas sempre diferente de 7,0
  - e) Os pHs das duas são diferentes a princípio, mas tendem a atingir  $\text{pH}=7,0$

**Texto para as próximas questões**

Alguns sais se dissolvem completamente em água mudando o pH da mesma, nas próximas questões indique o pH das soluções 0,1 M dos seguintes sais.

- 16) Um estudante de analítica resolveu estudar as soluções tampões e os efeitos da introdução de ácidos e bases fortes ao sistema. Durante seus estudos ele escreveu as seguintes conclusões: Decida se são verdadeiras ou falsas.
- i. A capacidade tamponante de uma solução tampão é tomada como a variação do pH que ocorre quando  $\text{pH} = \text{p}K_a \pm 1$ ;

- ii.** Ao se adicionar uma base forte a um tampão ácido, o íon hidrônio proveniente da hidrólise salina reage com a hidroxila da base forte impedindo assim que haja grande variação de pH.

- iii. Ao se adicionar um ácido forte a um tampão básico, a própria base reage com o íon hidrônio do ácido modificando o equilíbrio, formando mais hidroxilas e assim não modificando em excesso o pH do sistema.
- iv. A reação com ácidos ou bases são geridas unicamente pelo princípio de Le Chatelier que irá deslocar o equilíbrio, esse que irá impedir grandes variações de pH.
- v. Qualquer mistura entre um ácido (base) e os seus sais produzem tampões, no entanto, os tampões de ácidos(bases) fortes e seus sais apresentam uma capacidade tamponante limitada devido ao equilíbrio forte existente.
- vi. A capacidade tamponante de uma solução tampão nunca será quebrada até que a razão entre base conjugada/ ácido (ácido conjugado/base) seja superior a 1/10 ou 10.

**ATENÇÃO, AS PRÓXIMAS QUESTÕES SÃO ABERTAS E DE CÁLCULO, DESCREVA TODAS AS ETAPAS DO SEU CÁLCULO ATÉ A RESPOSTA FINAL.**

- 17) Em uma mistura de  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{Cl}_2$  e  $\text{PCl}_3$  em equilíbrio a 500 K  $P_{\text{PCl}_5} = 1,18$  bar e  $P_{\text{Cl}_2} = 5,43$  bar. Qual é a pressão parcial de  $\text{PCl}_3$  sabendo que  $K = 25$  para a reação:  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
- 18) Um balão de reação de 0,500 L, a 700K, contém 1,20 mmol de  $\text{SO}_2(\text{g})$ , 0,50 mmol de  $\text{O}_2(\text{g})$  e 0,10 mmol de  $\text{SO}_3(\text{g})$ ,  $K_c$  para essa reação nessa temperatura é:  $1,7 \times 10^6$ . O equilíbrio é dado por:  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ . Prediga se a reação está em equilíbrio
- 19) Uma solução de  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  ácido acético apresentará qual p  
 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$
- 20) Uma solução tampão foi preparada pela mistura de quantidades equimolares de ácido acético e acetato de sódio. Qual o pH da solução resultante: Dado  $\text{pK}_a = 4,72$

**SOBRE O QUE VOCÊ APRENDEU SOBRE EQUILÍBRIO (Utilize uma nota de 1 a 5, sendo 1 Ruim, 3 Regular e 5 Excelente)**

- 01) Qual o nível de dificuldade você atribui ao tema Equilíbrio Químico? \_\_\_\_\_
- 02) Como você avalia o que você aprendeu em equilíbrio químico? \_\_\_\_\_
- 03) Quais as principais dificuldades você encontra para aprender Equilíbrio Químico:

---

---

---

---

- 04) Como você avalia o método de ensino aplicado para o ensino de equilíbrio?

\_\_\_\_\_

- 05) Quais as sugestões você daria para a melhoria do método proposto?

---

---

---