

REDEQUIM

Revista Debates em Ensino de Química

08

ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA: DISCUTINDO EQUILÍBRIO QUÍMICO NO ENSINO MÉDIO PELA PERSPECTIVA EPISTEMOLÓGICA DE KELLY

ARTIGOS DE PESQUISA

STRATEGIES FOR TEACHING IN CHEMICAL TEACHING: DISCUSSING CHEMICAL EQUILIBRIUM IN SECONDARY EDUCATION FOR PERSPECTIVE EPISTEMOLOGICAL KELLY

Roberto Carlos Silva dos Santos¹

Vanessa da Silva Santos¹

Wilka Karla Martins do Vale¹

Iêdja Firmino da Silva Francisco¹
(robertolibras@yahoo.com.br)

1. Universidade Federal Rural de Pernambuco

Roberto Carlos Silva dos Santos: licenciado em Pedagogia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú, Licenciado em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e Mestrando em Ensino das Ciências e Matemática pela mesma instituição.

Vanessa da Silva Santos: licenciada em Biologia pela Universidade Católica de Pernambuco, Licencianda em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e Mestranda em Ciência dos Materiais pela Universidade Federal de Pernambuco.

Wilka Karla Martins do Vale: licenciada em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e Mestranda em Ensino das Ciências e Matemática pela mesma instituição.

Iêdja Firmino da Silva Francisco: licenciada em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.



RESUMO

O presente estudo investigou as contribuições de uma sequência didática pautada na teoria de Kelly para aprendizagem do conceito de equilíbrio químico. Neste sentido, apresenta algumas das concepções alternativas de estudantes do ensino médio em relação ao conteúdo em destaque. Por conseguinte, aponta as etapas constituintes da experiência de Kelly, a saber, antecipação, investimento, encontro, confirmação ou desconfirmação e revisão construtiva, aplicadas ao ensino da definição de equilíbrio químico e suas características a partir de uma intervenção didática sequenciada com momentos e atividades consonantes com os respectivos pressupostos. Por fim, os dados coletados em relação à estratégia de ensino adotada convergiram, principalmente, para a melhoria do diálogo professor-aluno e o estímulo à aprendizagem de novos conceitos.

Palavras-Chave: Ensino de Química, Equilíbrio Químico, Experiência de Kelly.

ABSTRACT

This study investigates the contributions of a didactic sequence guided in Kelly's theory to chemical balance concept of learning. In this sense, it presents the alternative conceptions of high school students in relation to the featured content. Points therefore the constituent steps of the Kelly experience, namely anticipation, investment, meeting, confirmation or disconfirmation and constructive review, applied to the chemical balance of the definition of education and its features, from a didactic intervention sequenced with moments and activities in line with their assumptions. Finally, the data collected in relation to the adopted teaching strategy converged mainly to improve the teacher-student dialogue and encouraging the learning of new concepts.

Keywords: Teaching of Chemistry, Chemical Balance, Kelly's Experience



1. INTRODUÇÃO

A contextualização dos temas curriculares propostos sempre foi um desafio para o ensino de química (PCN, 2002). A conjuntura educacional pautada no ensino tradicional e a falta de adequação do conteúdo científico na prática pedagógica docente, por vezes, caracteriza o ensino de química como uma atividade mecânica e pragmática, o que Rosa e Schnetzler (1998, p. 42) denominam como “uma abordagem química matemática ou uma química teórica”.

Na maioria das vezes, os professores em sua formação acadêmica não tiveram momentos de discussão e de instrumentalização para a docência, o que repercute numa prática pedagógica engessada, sem espaço para a implementação de atividades lúdicas e estruturação de conceitos a partir das experiências primeiras advindas do contexto social em que o aluno está inserido. No entanto, sob a luz das novas tendências pedagógicas alicerçadas numa didática crítica compromissada com a aprendizagem dos educandos, o ensino de química vem rompendo os velhos paradigmas e buscado estratégias de ensino-aprendizagem claras que valorizem as concepções prévias dos alunos e as utilizem como base epistemológica para a construção de novos conhecimentos científicos (SANTOS, 1997).

Se voltarmos nosso olhar especificamente para o ensino de equilíbrio químico, observamos uma forte inclinação dos professores em abordar estes conteúdos elencando apenas as variáveis matemáticas envolvidas como a constante de equilíbrio, priorizando necessariamente os aspectos simbólico-matemáticos conceituais e sua aplicabilidade na resolução de exercícios (SABADINI e BIANCHI, 2007; VANDRIEL, 2002). Não há espaços, por exemplo, para discussões das concepções alternativas dos alunos quanto à temática, sua contextualização com fenômenos macroscópicos sensoriais do cotidiano ou suas relações explicativas a nível atômico-molecular e, por conseguinte, a aula não se configura como um ambiente de interação e motivação para a aprendizagem de novos conhecimentos pelos alunos (SANTOS, 1997; CAKMAKCI et al 2005; MACHADO e ARAGÃO, 1996).

Assim, faz-se necessário o uso de estratégias que, sistematizadas numa sequência didática de ensino, diminuam possíveis barreiras que dificultem a aprendizagem dos alunos, no que tange o ensino de equilíbrio químico, em nosso caso. Podemos argumentar que a experiência de Kelly tem se demonstrado um referencial teórico e metodológico com resultado significativo no processo de ensino por mudança conceitual.

As mudanças conceituais na perspectiva da experiência estão expressas pelo Coronário da Experiência de Kelly (1963 apud HALL, 2000), no qual “as construções pessoais são hipóteses que se confrontam com a experiência, sujeitas a revisão e relocação” (HALL, 2000). Como arcabouço à sua teoria, Kelly define como “unidade básica de experiência” (KELLY, 1963 apud HALL, 2000) um ciclo que compreende cinco fases, a saber, antecipação, investimento, encontro, confirmação ou desconfirmação e revisão construtiva.

Neste respeito, Neves (2012) sistematiza as funções das etapas propostas por Kelly, conforme a seguir:

Antecipação: esta etapa inicia-se quando a pessoa tenta antecipar o evento, utilizando os construtos que possui no seu sistema de construção; Investimento: quando a pessoa realiza a fase anterior, dependendo de sua capacidade de construir a réplica do evento, ela acaba por se engajar na fase de investimento, quando se prepara para encontrar-se com o evento; encontro: neste encontro, a pessoa checa suas teorias pessoais; confirmação e desconfirmação (validação): a checagem dessas teorias conduz à confirmação ou desconfirmação das mesmas; revisão construtiva: após a confirmação ou desconfirmação da teoria, surge uma revisão dos pontos que geraram problemas. Essa revisão poderá levar a formação de novas construções dessa relação (NEVES, 2012 p. 336).

Ao levar em consideração os aspectos discorridos acima acerca das contribuições de Kelly, o docente pode repensar sua prática pedagógica, implementando atividades onde sejam possíveis a construção de conceitos pelo estímulo cognitivo primário (KELLY, 1963 apud NEVES 2012), proporcionando aos estudantes uma compreensão coletiva, dialógica e crítica do conteúdo trabalhado. Num ambiente onde há sinergia e estímulo, os educandos participarão ativamente das atividades propostas argumentando e apresentando seu ponto de vista quer na interação em grupo quer na exposição individual.

Nessa perspectiva, a valorização das concepções prévias dos alunos e a inserção de atividades lúdicas no ensino de química contextualizado são estratégias didáticas fundamentais (CUNHA, 2012). Conforme salientam Rosa e Schnetzler (1998), as dificuldades dos alunos quanto às transformações químicas estão presentes nos processos cognitivos de interpretação de aspectos fenomenológicos, sensoriais, numa perspectiva atômico-molecular explicativa e de representação simbólico-científica. Por isso, faz-se necessário um planejamento prévio pelo professor de química que contemple estratégias didáticas capazes de promover evolução conceitual do senso comum para conhecimento científico (NEVES, 2012).

Diante disso, propomos o seguinte problema para investigação: como uma sequência didática elaborada a partir da experiência de Kelly pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem do conceito de equilíbrio químico? Em virtude da problemática suscitada, definimos como objetivo geral deste trabalho investigar as contribuições de uma sequência didática pautada na teoria de Kelly para aprendizagem do conceito de equilíbrio químico.

Adicionalmente, definimos objetivos específicos a serem alcançados a fim de atender a interpelação levantada e seu respectivo objetivo geral. São eles: 1) elaborar uma sequência didática para o ensino do conceito de equilíbrio químico; 2) aplicar a sequência didática com estudantes do ensino médio; 3) analisar as contribuições advindas da intervenção realizada em relação à aprendizagem do que vem a ser equilíbrio químico.

Diante dos objetivos suscitados, apresentamos a seguir o percurso metodológico e suas respectivas etapas adotadas para realização desta pesquisa.

2. METODOLOGIA

Estabelecemos, para esta investigação, um percurso metodológico de natureza qualitativa, pois, conforme explanado por Neves (2008) e Minayo (2001), esse tipo de estudo permite a interpretação das ações dos indivíduos em relação às atividades em que são submetidos. Ademais, a pesquisa qualitativa, dentre outras características, busca a objetivação do fenômeno e o respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos. Além disso, poderão ser avaliadas as contribuições da pesquisa acerca das “percepções e mudanças conceituais apresentadas por indivíduos” (NEVES, 2008 p.7). Contudo, também conduzimos uma abordagem quantitativa dos dados, uma vez que essas duas abordagens não precisam ser necessariamente excludentes, mas complementares (NEVES, 2008; MINAYO, 2001).

Neste sentido, o contexto da pesquisa se deu numa escola pública estadual da região metropolitana recifense. Em relação aos sujeitos participantes da intervenção, contamos com a colaboração de 20 alunos do 2º ano do ensino médio. Para tanto, apresentamos a seguir as etapas metodológicas que adotamos e seus respectivos os instrumentos de coleta de dados.

2.1. Procedimentos metodológicos

Em consonância com os objetivos específicos definidos para este estudo, conduzimos nossa investigação em duas etapas:

1º Etapa – elaboração de uma sequência didática pautada no arcabouço da teoria de Kelly. Construímos uma sequência didática para ser aplicada em cinco momentos, transcorridos em oito aulas com duração de 50min/aula, totalizando 6 horas e 35 minutos, aproximadamente. Cada momento proposto na sequência teve correspondência direta com as fases da experiência de Kelly, ou seja, antecipação, investimento, encontro, confirmação ou desconfirmação e revisão construtiva. Outrossim, descrevemos paulatinamente as ocasiões preparadas abaixo:

- Momento I (50 min): Este momento se referiu à fase de antecipação. Realizamos uma aula expositiva e dialogada a fim de levantar das concepções prévias dos alunos em relação ao conteúdo de equilíbrio químico. A aula se deu a partir de um questionamento “o que você compreende por equilíbrio químico quando vê uma reação acontecendo?”, em que os alunos expuseram suas opiniões livremente. As falas dos alunos foram mediadas por um dos pesquisadores enquanto os demais registraram por escrito as discussões ocorridas para análise posterior. Por fim, comunicamos aos alunos que nos próximos encontros seria explorado o conceito de equilíbrio, seu comportamento atômico-molecular e sua representação matemática.

- Momento II (100 min): dedicamos este momento à fase de investimento. Retomamos as discussões do encontro anterior e inserimos o conceito de equilíbrio químico e as leis que fundamentam a partir de duas aulas expositivas e dialogadas.

- Momento III (100 min): este momento correspondeu à fase do encontro. Valemo-nos de um jogo denominado “Jogo do Equilíbrio” adaptado de Soares (2013) a fim de que vivenciassem os conceitos trabalhados nas aulas anteriores. Demos primazia à utilização desta atividade lúdica por concebermos o jogo como atividade educativa que facilita a apreensão de conhecimentos, habilidade e saberes (CUNHA, 2012). Para que o jogo fosse executado, dispomos os alunos em 4 grupos de 5 componentes, os quais receberam três fichas para anotações semelhantes ao quadro 1.

Quadro 1: Modelo de tabela para a anotação das quantidades dos elementos

| Tempos em segundos (s) | Nº de elementos com face vermelha | Nº de elementos com face azul | Nº AZUL / Nº VERMELHO |
|------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| 0 | | | |
| 5 | | | |
| 10 | | | |
| 15 | | | |
| 20 | | | |
| 25 | | | |
| 30 | | | |
| 35 | | | |

| | | | |
|----|--|--|--|
| 40 | | | |
| 45 | | | |
| 50 | | | |
| 55 | | | |
| 60 | | | |

Fonte: Os autores (2016).

O jogo se baseou na troca das cores das faces de elementos entre si num mesmo sistema, em intervalos de tempo pré-determinados pelos pesquisadores. Preparamos um tabuleiro (analogia ao sistema onde ocorre a reação química) com 10 elementos que se constituíram em caixas de fósforos com as faces pintadas de vermelho (representação dos reagentes) e azul (representação dos produtos), respectivamente. Solicitamos aos alunos que escolhessem entre si um responsável para controlar o tempo com cronômetro e outro incumbido de realizar a mudança das cores das faces das caixas de fósforos, enquanto os demais anotaram os resultados nas fichas equivalentes ao quadro 1.

Para iniciar a atividade, dispomos todas as caixas de fósforos acondicionadas com a face vermelha voltada para cima. Neste sentido, o jogo consistiu em o aluno escolhido mudar a face de uma das caixas de fósforos de vermelho para azul a cada 5s, conforme aviso do estudante responsável pelo cronômetro, enquanto os demais anotavam em uma das fichas (quadro 1) o quantitativo de faces vermelhas e azuis voltadas para cima, após um intervalo de tempo pré-estabelecido, a saber, 60s.

Não obstante, a atividade possui momentos de trocas simultâneas das cores das faces das caixas de fósforo voltadas para cima que diferem em cada uma das três rodadas designadas. Sendo assim, na primeira rodada, a partir do tempo de 15s pedimos aos alunos que continuassem trocando a cor da face voltada para cima de uma das caixas de fósforos de vermelho para azul e, ao mesmo tempo, de azul para vermelho, no intervalo análogo de 5s, anotando os resultados na ficha (quadro 1) separada para a rodada 1. Na segunda e terceira rodada, solicitamos aos estudantes que alterassem o momento de troca simultânea para 25s e 30s, respectivamente, realizando os registros das quantidades de faces vermelhas e azuis voltadas para cima em suas devidas fichas.

Concluída cada rodada, solicitamos que os alunos calculassem a razão entre o quantitativo de faces azuis (produtos) e o quantitativo de as faces vermelhas (reagentes) para cada intervalo de tempo, completando a terceira coluna de cada ficha em particular. Por fim, construímos juntos com os alunos os gráficos representativos para as três situações observadas, discutindo o conceito de constante de equilíbrio e sua influência nas reações químicas.

- Momento IV (50 min) – Separamos este momento para a fase da confirmação e desconfirmação. Elaboramos uma lista de exercícios acerca dos conceitos de equilíbrio químico trabalhados, a qual foi respondida pelos alunos em seus respectivos grupos com a mediação dos pesquisadores. Além disso, dedicamos parte do tempo deste momento para discutir as dúvidas que os estudantes levantaram durante a resolução dos exercícios.

- Momento V (100 min) – Designamos este momento à fase de revisão construtiva. Propomos aos alunos que elaborassem um quadro de sistematização sobre o conteúdo de equilíbrio químico em seus respectivos grupos de trabalho. Neste caso, optamos por adotar os quadros como instrumento de coleta de dados por entendermos que estes oportunizam um momento de reflexão crítica coletiva, permitindo aos estudantes sintetizar os saberes construídos de forma autônoma (LIMA, 2012). Em seguida, solicitamos que um aluno-relator de cada grupo socializasse o quadro sistematizado oralmente para toda a turma. Por fim, debatemos os trabalhos realizados a partir da questão “tem diferença o modo como vocês veem equilíbrio químico hoje em relação ao início das aulas?” e anotamos as colocações dos alunos.

2° etapa – intervenção da pesquisa e coleta de dados. A sequência didática elaborada foi aplicada ao longo de três semanas, nos dias referentes às aulas de química da turma escolhida para a realização da pesquisa. Os dados que emergiram nesta etapa serviram de base para análise e discussão subsequentes, conforme o esboço analítico descrito a seguir.

2.2. Procedimento de análise dos dados

Para sustentar a análise dos dados deste estudo, recorreremos a Análise Textual Qualitativa proposta por Moraes (2003), o que envolve identificar e isolar enunciados dos materiais a ela submetidos, categorizando-os para descrição e interpretação. A Análise Textual Qualitativa precede a Análise Textual Discursiva, elaborada também por Moraes, no sentido de fazer uma integralização mais profundada entre elementos da Análise do Conteúdo e a Análise do Discurso. Contudo, para fins dessa pesquisa, a Análise Textual Qualitativa dá um suporte relevante as nossas finalidades, uma vez que temos enfoque na qualidade interpretativa de dados que emergem mediante as explanações e construções escritas dos alunos sobre Equilíbrio Químico.

Vale salientar que a proposta de leitura e interpretação advinda da Análise Textual Qualitativa não se trata de um olhar descritivo superficial ou descomprometido. Antes, porém, consiste em um processo de classificação das unidades de análise organizada a partir de categorias. Acerca disso Moraes (2003 p. 92) assinala que as categorias podem ser concebidas como aspectos ou “dimensões importantes de um fenômeno que o pesquisador

decide destacar; são opções e construções do pesquisador”, valorizando determinados aspectos em detrimento de outros.

Outrossim, a Análise Textual permite uma articulação entre categorias iniciais oriundas dos pressupostos teóricos e categorias emergentes provenientes dos fenômenos manifestados e observados pelo pesquisador durante a análise (MORAES, 2003). Neste sentido, a consideramos suficiente para organização das concepções prévias dos alunos em relação ao conteúdo de equilíbrio químico que emergiram no momento I da sequência didática aplicada.

Diante disso, estabelecemos as seguintes categorias a priori, compreendidas a partir das inferências apresentadas no estudo de Machado e Aragão (1996):

- Concepção de equilíbrio químico atrelada aos conceitos físicos ou situações de natureza meramente sensorial: elencamos nesta categoria as concepções que situaram o conceito de equilíbrio químico como uma variante do equilíbrio mecânico (foco de estudo da física);
- Concepção de compartimentalização dos sistemas envolvidos em equilíbrio químico: englobamos nesta categoria pensamentos que apontaram para a independência de sistemas em situações de equilíbrio químico;
- Concepção de irreversibilidade: indicamos nesta categoria percepções que tratam sobre a incapacidade de reconstituição dos reagentes após a formação dos produtos;
- Concepção de equilíbrio químico como um fenômeno estático: agrupamos nesta categoria comentários que concebiam o equilíbrio químico com um fenômeno livre de influências de forças de qualquer natureza.

Entretanto, optamos por não definir categorias iniciais para a discussão dos aspectos elencados na culminância da sequência didática proposta no momento V, haja vista que estas poderiam não contemplar a essência dos dados coletados. Portanto, construímos um sistema de categorias a posteriori para sistematizar os aspectos referentes à avaliação final, as quais apresentamos na discussão dos resultados a seguir.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme salientamos anteriormente, organizamos o momento I da sequência aplicada nos termos da fase da antecipação da teoria de Kelly para o levantamento de concepções prévias dos alunos acerca do que vem a ser equilíbrio químico. Nessa ocasião, os alunos expuseram as primeiras réplicas dos processos que lhes seriam apresentados, buscando um prognóstico inicial dos eventos subsequentes, de acordo com seu sistema de construção (KELLY, 1970 apud HALL, 2000). À vista disso, apresentamos no quadro 2 as primeiras conjecturas dos estudantes obtidas a partir da indagação “o que você compreende por equilíbrio químico quando vê uma reação acontecendo?”, mediante o sistema de categorias previamente definidos.

Quadro 2: Levantamento das concepções prévias dos alunos acerca do equilíbrio químico

| LEVANTAMENTO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ALUNOS ACERCA DO EQUILÍBRIO QUÍMICO | | |
|---|--|--|
| Categorias emergentes | Exemplo de concepções | Percentual de alunos que apresentaram suas concepções atreladas à uma das categorias |
| Concepção de equilíbrio atrelado aos conceitos físicos ou situações de natureza meramente sensorial | <p><i>“Equilíbrio ‘pra’ mim é quando duas coisas diferentes tem o mesmo peso ou quando conseguimos ficar equilibrados em um determinado ponto [...]”.</i></p> <p><i>“Acho que equilíbrio é fazer com que algo fique em repouso sem que nada o perturbe. Como colocamos um copo de água numa superfície sem nenhuma interferência e ele fica lá parado, em equilíbrio [...]”.</i></p> | 10% |
| Concepção de compartimentalização dos sistemas envolvidos em equilíbrio | <p><i>“Eu sei que tem a ver com as moléculas dos reagentes que vão reagir, onde cada um não interfere no outro” [...].</i></p> <p><i>“Eu lembro que é alguma coisa que acontece dentro de cada reagente e que não pode[...]”.</i></p> | 20% |
| Concepção de irreversibilidade | <i>“[...] eu penso que é quando a gente faz a reação no</i> | 55% |

| | | |
|---|--|-----|
| | <i>laboratório e ela não pode mais voltar como era antes”.</i> <i>“[...] acho que é tipo quando a gente vê o gás saindo da reação e não pode voltar mais porque ele já se equilibrou na atmosfera”.</i> | |
| Concepção de equilíbrio como um fenômeno estático | <i>“Eu acho que é quando a gente mistura os reagentes e a reação fica lá parada, não acontece nada [...]”.</i> | 15% |

Fonte: Os autores (2016).

Com base nas informações sistematizadas no quadro 2, percebemos a predominância da concepção de equilíbrio químico dos alunos mais direcionada para a categoria que o expõe como fenômeno irreversível (55%) e, num segundo plano, como um processo que ocorre em sistemas independentes (20%). Isto fica evidente quando tomamos como exemplos as falas “tem a ver com as moléculas dos reagentes que vão reagir, onde cada um não interfere no outro” e “a reação no laboratório [...] pode não mais voltar como era antes”, respectivamente, pois notamos claramente as concepções ingênuas que convergem para a inconversibilidade e para a compartimentalização das reações químicas. Isso nos permite inferir que, na maioria dos casos, a primeira representação dos estudantes para o estado de equilíbrio contém a ideia de que não pode haver reconstituição dos reagentes após completa formação dos produtos e que as espécies químicas se encontrariam em recipientes separados, o que indica que os alunos tendem a conceber o equilíbrio como um processo de uma única via reacional, com reagentes e produtos compartimentalizados (MACHADO e ARAGÃO, 1996).

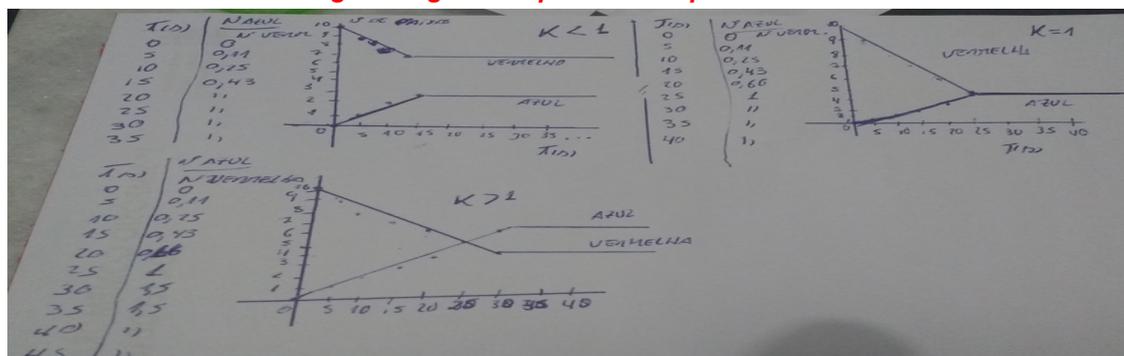
Não obstante, é importante salientar que o quadro 2 ainda abarca outras categorias de menor expressividade emergidas das colocações dos alunos, ou seja, a influência do conceito puramente físico (10%) e estático (15%) de equilíbrio químico, fato este que corrobora com as proposições alternativas para equilíbrio químico elencadas no estudo de Machado e Aragão (1996) que subsidiaram nossa categorização.

Por conseguinte, no momento II contemplamos a fase do investimento, a qual buscou preparar os alunos para se encontrarem com o evento, ou seja, a aprendizagem do conceito de equilíbrio químico (KELLY, 1963 apud HALL, 2000). Isto posto, promovemos uma explanação sobre o que vem a ser equilíbrio químico, elencando os aspectos referentes ao tema e considerados fundamentais para o ensino médio, a saber, o caráter reversível das reações, a coexistência de reagentes e produtos em um mesmo recipiente e o dinamismo que envolve a reorganização constante das espécies reagentes e produtos da reação (MACHADO e ARAGÃO, 1996; PERUZO, 2007). Observamos a participação ativa dos educandos durante as discussões teóricas realizadas o que de fato configurou um ambiente de estímulo ao investimento para a construção de novos saberes, segundo o estabelecido na epistemologia de Kelly (1963 apud HALL, 2000).

Dando continuidade, o momento III (fase do encontro) se constituiu de uma atividade prática a fim de que os alunos vivenciassem o que aprenderam. Ou seja, propusemos o “jogo do equilíbrio (adaptado)”, o qual permitiu a interação estabelecida pelos indivíduos com os eventos vivenciados (Kelly, 1963 apud HALL, 2000). O jogo oportunizou a superação da ideia de irreversibilidade das reações (concepção alternativa diagnosticada na maioria dos alunos intervencionados), além da concepção compartimentalizada dos sistemas.

A partir do jogo, pudemos ainda explorar o conceito de constante de equilíbrio (K), a representação do equilíbrio na forma de reação química e a construção de gráficos que descreviam situações de equilíbrio em relação à variação de K, conforme exemplificado na figura 1. Vale salientar, inclusive, que houve participação qualitativa dos alunos tanto na execução da atividade como nas discussões dos conceitos teóricos oriundos do jogo.

Figura 1: gráficos produzidos pelos alunos

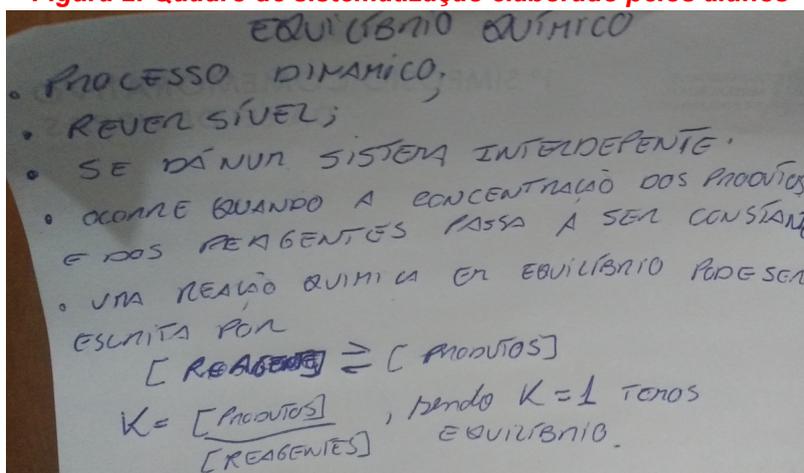


Fonte: Os autores (2016).

Em sequência, no momento IV buscamos atender a quarta premissa da experiência de Kelly, ou seja, a confirmação ou desconfirmação, fase esta que sugere a checagem das teorias, em nosso caso, referentes ao conteúdo de equilíbrio químico, conduzindo à confirmação ou desconfirmação das mesmas (KELLY 1963 apud HALL, 2000). Nesta ocasião, propomos uma lista de exercícios aos alunos. Alguns deles apresentaram discreta dificuldade na interpretação de alguns enunciados, porém discutimos as dúvidas ponto a ponto ora individualmente ora coletivamente. Por fim, realizamos a correção dos exercícios propostos com a participação dos estudantes, sendo notória a utilização de uma linguagem científica apropriada durante seus apontamentos a fim de justificar suas respostas ou expor seus pontos de vista.

Por fim, no encontro V buscamos estabelecer a “revisão construtiva”, última etapa da experiência de Kelly. Nesta conjuntura, esperávamos que os alunos pudessem reconhecer as mudanças operadas em seu sistema de construção e tomassem consciência do crescimento cognitivo que foi promovido pelos momentos de experiência e aprendizagem (KELLY, 1963 apud HALL, 2000). Assim sendo, solicitamos aos alunos que construíssem um quadro de sistematização (figura 2) acerca do conteúdo de equilíbrio químico em seus respectivos grupos de trabalho. Em seguida, os alunos-relatores de cada grupo socializaram oralmente os pontos elencados em seus quadros para debate com toda a turma subsidiado pela seguinte questão: “tem diferença o modo como vocês vêem equilíbrio químico hoje em relação ao início das aulas?”.

Figura 2: Quadro de sistematização elaborado pelos alunos



Fonte: Os autores (2016).

Conforme exemplificado na figura 2, verificamos que os quadros de sistematização confeccionados possuíam boa adequação aos conceitos de equilíbrio químico trabalhados; as informações estavam dispostas consonantemente com a linguagem científica referente à temática. Isto evidencia a eficácia da estratégia do jogo didático como facilitador da vivência (encontro) com o conceito de equilíbrio químico e das discussões teóricas realizadas em sala (investimento) com os estudantes.

Durante a socialização dos trabalhos a partir do questionamento norteador do debate, os alunos expuseram suas opiniões, as quais refletiram a forma como internalizaram o conteúdo trabalhado e, conseqüentemente, a relevância da sequência didática pautada na teoria de Kelly. Ao passo que os alunos se colocavam, fizemos o registro escrito de suas afirmações. Com base nesses comentários, estipulamos as categorias propostas no quadro 3 para síntese e verificação dos fatores que preponderaram nas falas dos estudantes.

Quadro 3: categorização dos comentários dos alunos ao final da sequência

| LEVANTAMENTO DOS PONTOS RELEVANTES DA SEQUÊNCIA APONTADA PELOS ALUNOS | | | |
|---|--|---|---------------------------|
| Categorias emergentes | Perfil dos comentários compreendidos nas categorias | Exemplos de comentários | Percentual de comentários |
| Valorização do diálogo entre professores e alunos | Registros que confluem para a importância do diálogo para o processo de ensino-aprendizagem. | <p>“[...] foi bom, porque nessas ultimas aulas a gente pôde falar mais. Aí deu ‘pra’ aprender melhor assim [...]”.</p> <p>“[...] realmente ficou mais fácil quando a gente pôde falar né. Quando a gente diz o que a gente pensa na aula, dá ‘pra’ aprender</p> | 45% |

| | | | |
|--|---|---|-----|
| | | <i>bem mais fácil”.</i> | |
| Valorização da sequência didática | Falas de corroboram com a relevância das etapas e/ou atividades propostas | <i>“Foram muito boas essas aulas de equilíbrio, bem boladas. Deu ‘pra’ perceber bem o que é equilíbrio químico por que cada uma o assunto era visto de uma maneira diferente, debate, jogo, trabalho em grupo [...]”.</i> | 15% |
| Aumento do interesse e curiosidade pela temática | Opiniões que convergem para o estímulo à aprendizagem de novos conceitos | <i>“[...] eu nunca pensei que equilíbrio fosse ser interessante. Cada aula foi muito boa; o jogo foi bem legal também. Espero que outras aulas sejam assim”.</i> <i>“[...] bem diferente das outras aulas. Não ficou só naquilo de sempre. Nunca vi jogo em química, primeira vez. Tomara que tenham mais (jogos) ‘pros’ próximos assuntos”.</i> | 40% |

Fonte: Os autores (2016).

Mediante as informações dispostas no quadro 3, verificamos que os posicionamentos dos estudantes convergiram, principalmente, para a presença do diálogo entre professores e alunos no processo de ensino-aprendizagem (45%) e o aumento do estímulo e curiosidade (30%) por temáticas discutidas em sala de aula. A partir de comentários como “[...] agente pôde falar mais. Aí deu ‘pra’ aprender melhor [...]” e “[...] quando a gente diz o que a gente pensa na aula, dá ‘pra’ aprender bem mais fácil” fica evidente que os educandos reconhecem o caráter dialógico da experiência que tiveram durante toda a sequência didática, fator este primordial para atender as prerrogativas da teoria de Kelly (NEVES, 2012).

Ademais, o encorajamento para a discussão de conteúdos e a expectativa de vivenciar outras possibilidades (estratégias didáticas) no ensino de química foram outros resultados positivos alcançados pelo Coronário da Experiência de Kelly, conforme verificamos nas falas “[...] espero que outras aulas sejam assim” e “tomara que tenham mais (jogos) ‘pros’ próximos assuntos” enunciadas por alguns dos alunos. Não obstante, outros aspectos de menor expressividade relativos à relevância das atividades propostas para a sequência didática (15%) se fizeram presentes em algumas colocações dos estudantes. Estes, por sua vez, também corroboram para a eficácia da teoria de Kelly, uma vez o reconhecimento da importância de cada momento vivenciado pelos alunos é um dos resultados esperados pelos pressupostos kellyano (NEVES, 2012).

Após a análise dos resultados obtidos, apresentamos a seguir nossas contribuições finais para este estudo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho investigou as contribuições de uma sequência didática pautada na teoria de Kelly para aprendizagem do conceito de equilíbrio químico.

Inicialmente, verificamos que as concepções alternativas dos estudantes intervencionados acerca do conceito de equilíbrio químico enquadraram-se no viés categórico proposto por Machado e Aragão (1996). Contudo, essas percepções se concentraram, principalmente, na ideia ingênua da irreversibilidade das reações e da compartimentalização dos sistemas no processo reacional. Em vista disso, “o jogo do equilíbrio (adaptado)” permitiu a discussão das concepções prévias diagnosticadas e possibilitou que os alunos compreendessem as características de um sistema reacional em equilíbrio, ou seja, seu caráter dinâmico, interdependente e reversível, o que facilitou a apropriação do conceito de equilíbrio químico cientificamente aceito pelos alunos.

Ademais, dentre os resultados alcançados pela aplicação da sequência didática percebemos, em especial, a melhoria do diálogo entre o professor e os alunos, o estímulo e a curiosidade dos educandos durante o processo de ensino-aprendizagem. Isto nos leva a crer que a preparação de atividades sequenciadas subsidiadas pela perspectiva epistemológica de Kelly e sua posterior implementação podem contribuir para a melhoria das relações interpessoais em sala de aula e, não menos importante, para o prazer de estudar e aprender Química. Portanto, a viabilidade da utilização dos pressupostos da experiência de Kelly no ensino de equilíbrio químico constitui-se numa demonstração clara de que é possível estimular a empatia dos alunos para o estudo da Química, encarando-a como uma ciência próxima de sua realidade.

Todavia, que elementos presentes no discurso dos estudantes confluem para o posicionamento crítico desses sujeitos? Haja vista que o presente estudo não contempla elementos capazes de responder com propriedade este questionamento, sugerimos que futuras pesquisas se debrucem numa apreciação exaustiva das nuances presentes no discurso crítico dos estudantes intervencionados nesta investigação.

REFERÊNCIAS

- CAKMAKCI, G. DONNELLY, J. & LEACH, J. A cross-sectional study of the understanding of the relationships between concentration and reactions rate among. In *Research and the Quality of Science Education*, Dordrecht: Springer, p. 483-497, 2005. Disponível em: www.academia.edu/156914/Cakmakci_G_Donnelly_J_and_Leach_J_2005. Acesso em: 27 de março de 2016.
- CUNHA, M. B. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para a sua realização em sala de aula. In *Química Nova na Escola*, vol. 34, n.2, p.92-98, 2012. Disponível em: www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/dezembro2012/quimica_artigos/jogos_ensinodequimica.pdf. Acesso em: 27 de março de 2016.
- HALL, C.S. et al. *Teoria da personalidade*. Porto Alegre: Artmed, 2000. 4ed.
- LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no ensino de química. In *Revista Espaço Acadêmico*, n. 136, p.95-101, 2012. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/setembro2013/quimica_artigos/perspect_novas_metod_ens_quim.pdf. Acesso em: 27 de março de 2016.
- MACHADO, A. H.; ARAGÃO, R. M. R. Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. In *Química Nova na Escola*, n.4, p. 18-20, 1996. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/aluno.pdf>. Acesso em: 27 de março de 2016.
- MORAES, R. Mergulhos discursivos: Análise textual qualitativa entendida como processo integrado de aprender, comunicar e interferir em discursos. In GALIAZZI, Maria do Carmo; FREITAS, J. V. *Metodologias emergentes de pesquisa em educação ambiental*. Ijuí: Editora Unijuí, 2º ed, p.85-114,2007.
- MINAYO, M. C. S. (org.). *Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade*. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.
- NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. In *Cadernos de pesquisa em Administração*, v. 01, n. 3, p. 1-5, 2008. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/cad-pesq/arquivos/C03-art06.pdf>. Acesso em: 28 de maio de 2015.
- NEVES, R. F. A interação do ciclo da experiência de Kelly com o círculo hermenêutico-dialético para a construção de conceitos de biologia. In *Ciência&Educação*, v.18, n.2, p. 335-352, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v18n2/a07v18n2.pdf>. Acesso em: 27 de março de 2016.
- PERUZZO, F. M. *Química: na abordagem do cotidiano*. São Paulo: Moderna, 2007.
- ROSA, M. I. e SCHNETZLER, R. P. O conceito de transformação química. In *Química Nova na Escola*, n. 8, p. 31-35, 1998. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc20/n08a98.pdf>. Acesso em: 27 de março de 2016.
- SABADINI, E.; BIANCHI, J. C. A. Ensino do conceito de equilíbrio químico: Uma breve reflexão. In *Química Nova na Escola*, n. 25, p.10-13, 2007. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc25/ccd02.pdf>. Acesso em: 27 de março de 2016.
- SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Unijuí, 1997, p.42.
- SOARES, M. H. F. B. *Jogos e atividades lúdicas para o ensino de química*. Goiânia: Kelps, 2013.
- VAN DRIEL, J. H. Students corpuscular conceptions in the context of chemical equilibrium and chemical kinetics. In *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*. Vol. 3 nº 2 P. 201-213, 2002. Disponível em: http://www.uoi.gr/cerp/2002_May/pdf/10VanDriel.pdf. Acesso em: 27 de março de 2016.