



AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DE EQUILÍBRIO QUÍMICO EM UMA UEPS UTILIZANDO MULTIMETODOLOGIAS

ASSESSMENT OF THE LEARNING OF CHEMICAL EQUILIBRIUM CONCEPTS IN A PMTUS USING MULTIMETHODOLOGIES

Silvia Zamberlan Costa Beber

Doutora em Educação em Ciências

Grupo de Estudos, Pesquisa e Investigação em Ensino de Ciências

Núcleo de Ensino em Ciências de Toledo - NECTO

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus Toledo

silvia.beber@unioeste.br

Kathia Regina Kunzler

Mestre em Engenharia Agrícola

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Paraná – Campus Assis Chateaubriand

kathia.kunzler@ifpr.edu.br

Simone Lazarino

Graduanda em Ciências Biológicas Licenciatura

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Paraná – Campus Assis Chateaubriand

simonelazarino93@gmail.com

Resumo

Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), abordando os conceitos de Equilíbrio Químico, foi desenvolvida com estudantes do ensino médio técnico integrado de uma instituição pública do Paraná/Brasil, como parte integrante de uma pesquisa em ensino de Ciências, com o objetivo de evidenciar a progressividade na compreensão dos conceitos estudados e identificar indícios de aprendizagem significativa. Os dados coletados referentes à aprendizagem foram analisados utilizando a Análise Textual Discursiva, sendo estabelecidas as seguintes categorias: 1) Reação Química; 2) Equilíbrio Químico; 3) Características do Equilíbrio Químico; 4) Constante do Equilíbrio Químico; 5) Deslocamento do Equilíbrio Químico. Os critérios para indicar os níveis de compreensão dos estudantes sobre os conceitos são: Compreende Totalmente (CT); Compreende Parcialmente (CP); Compreende (C); Não Compreende (NC); Não respondeu/Branco (B). Os resultados obtidos indicam que a UEPS desenvolvida empregando multimetodologias de ensino influenciou consideravelmente na predisposição em aprender dos estudantes, condição essencial para a ocorrência de aprendizagem significativa conforme pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa. A ampliação conceitual verificada na progressividade da compreensão dos conceitos e a exemplificação nas respostas dos estudantes indicam indícios de aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Teoria da Aprendizagem Significativa. Unidades de Ensino Potencialmente Significativa. Ensino de Química.

Abstract

A Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTUS), addressing the concepts of Chemical Equilibrium, was developed with Vocational Secondary School students of a public institution in Paraná/Brazil, as part of a research in science teaching, aiming to evidence progressivity in understanding the concepts studied and to identify signs of meaningful learning. The data collected regarding learning was analyzed using the Discursive Textual Analysis, with the following categories being established: 1) Chemical Reaction; 2) Chemical Equilibrium; 3) Characteristics of Chemical Equilibrium; 4) Constant of Chemical Equilibrium; 5) Displacement of Chemical Equilibrium. The criteria for indicating students' levels of understanding of concepts were: Fully Understands (CT); Partially Understands (CP); Understands (C); Does Not Understand (NC); No answer/Blank (B). The obtained results indicate that the PMTUS developed using teaching multi-methodologies had a considerable influence on the students' predisposition to learn, what is an essential condition for the occurrence of meaningful learning according to the assumptions of the Theory of Meaningful Learning. The conceptual amplification verified in the progressivity of understanding the concepts and the exemplification in the answers of the students indicate signs of meaningful learning.

Keywords: Theory of Meaningful Learning. Potentially Meaningful Teaching Units. Chemistry Teaching.

1 INTRODUÇÃO

Investigações sobre o processo de ensino em Química, subsidiados pelo referencial da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) ocupam a centralidade das pesquisas desenvolvidas pelos autores deste trabalho. Somos favoráveis ao ensino que proporcione aos estudantes experiências de aprendizagens distintas daquelas frequentemente desenvolvidas no contexto da educação formal, comportamentalistas em teoria e metodologia (MOREIRA, 2017, MASINI; MOREIRA, 2008, 2017).

Em grande parte, os professores de Química defendem o ensino pautado na abordagem construtivista, oposta ao comportamentalismo dominante na atualidade, como tem afirmado Moreira em suas conferências e artigos e nos princípios presente na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC) (MOREIRA, 2011a).

Entendemos também que a aprendizagem que envolve aspectos cognitivos, afetivos e psicomotores, tal como preconiza Novak (1981, 2011), associada a TAS, baliza nossa compreensão da educação em Ciências/Química e favorece a reflexão dos docentes, autores deste artigo, para uma atuação comprometida com a qualidade do ensino e da Aprendizagem Significativa.

Este artigo apresenta a análise de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) desenvolvida em um contexto de pesquisa, com professores de Química e estudantes de um curso técnico integrado ao ensino médio de uma instituição pública do estado do Paraná/Brasil (COSTA BEBER et al., 2018).

Foram estabelecidos dois caminhos para analisar os dados obtidos na pesquisa, sendo:

- i. Avaliação realizada pelos estudantes participantes da pesquisa sobre a metodologia de ensino empregada pelos professores-pesquisadores durante o desenvolvimento da UEPS;
- ii. Avaliação dos professores-pesquisadores participantes da pesquisa sobre a aprendizagem dos conceitos de Equilíbrio Químico desenvolvidos na UEPS.

A primeira análise objetivou coletar as opiniões dos estudantes sobre as multimetodologias de ensino empregadas, esta análise foi apresentada no 8º Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa (8º EIAS) ocorrido em Esquel, Província de Chubut/Argentina, no final do ano de 2017.

A segunda análise, que será apresentada nesse artigo, objetiva evidenciar a progressividade na compreensão dos conceitos estudados, como também a identificação de indícios de aprendizagem significativa.

O conjunto dos dois artigos representa dois aspectos importantes do processo de investigação subsidiado pela TAS, que são: analisar a metodologia de ensino; e analisar o processo de aprendizagem que ocorre em situação formal de ensino de Ciências/Química.

2 MARCO TEÓRICO

As primeiras ideias de Ausubel sobre aprendizagem significativa foram publicadas em 1963 com o título *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* e, no ano de 1968, *Educational Psychology: a cognitive view*. Essas duas obras foram revisadas, ampliadas e publicada em 1980 tendo Joseph D. Novak e Helen Hanesian como co-autores. Decorridos mais de três décadas da publicação da primeira obra, Ausubel reafirma sua teoria inicial praticamente na íntegra com o título *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view* (2000) quando já estava afastado da vida acadêmica (MENDONÇA, 2012; HILGER, 2013, 2016; SILVEIRA, 2013; COSTA BEBER, 2018).

A teoria ausubeliana é cognitivista, o que caracteriza o cognitivismo é a cognição, o processo mental de entrada e saída de informações na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (LEFRANÇOIS, 2013). Os significados atribuídos pelo sujeito que aprende ficam armazenados na estrutura cognitiva, estando em constante ampliação e transformação.

A TAS proposta por Ausubel e seus colaboradores apresenta a aprendizagem significativa como seu principal conceito. O processo de aprendizagem significativa ocorre quando há interação entre os conhecimentos prévios, denominados subsunçores, com os conhecimentos novos. Para efetivação da aprendizagem significativa é necessário que o estudante possua conceitos subsunçores adequados e específicos em sua estrutura cognitiva, que efetivamente possam ancorar os novos conceitos que se pretende ensinar (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2017, MASINI; MOREIRA, 2008, 2017; COSTA BEBER, 2018).

Quando o professor desconsidera os conhecimentos prévios dos estudantes, em especial o conceito subsunçor adequado, a aprendizagem resultante é denominada mecânica, isto porque, a ausência de interação entre os conhecimentos leva geralmente a simples memorização dos conceitos de forma arbitrária e literal, levando ao esquecimento em um curto período de tempo (AUSUBEL, 2003; AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, MOREIRA, 2011a, 2011b, 2017).

É de consenso entre a comunidade acadêmica a importância em considerar os conhecimentos prévios dos estudantes (POZO; CRESPO, 2009; CACHAPUZ et al. 2005; LEMOS, 2011; MASINI; MOREIRA, 2017), no entanto, na prática, sabemos que os professores não buscam investigá-los para ensinar de acordo, este sempre foi o fio condutor da proposta de Ausubel (1963, 1968, 2000, 2003).

A aprendizagem significativa, segundo Ausubel (2003), pode ser receptiva ou por descoberta. A aprendizagem significativa receptiva ocorre quando o estudante internaliza um corpo de conhecimento, isto, de forma alguma, indica passividade no processo de aprendizagem, pois é necessário grande esforço para o estudante relacionar interativamente os novos conhecimentos com aqueles presentes em sua estrutura cognitiva, a captação de significados não é tarefa fácil. A aprendizagem significativa por descoberta não é tão comum, difere por transferir ao estudante o ato de aprender pelos caminhos traçados por ele mesmo, sem a narrativa do professor, como geralmente ocorre na aprendizagem receptiva (MOREIRA; MASINI, 2001).

Outro aspecto importante da teoria ausubeliana são as condições para ocorrência da aprendizagem significativa: 1) conhecimentos prévios adequados; 2) material de ensino potencialmente significativo; 3) predisposição para aprender.

Em relação à primeira condição, Ausubel (2003) defende que é fundamental a identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes antes de iniciar o ensino de novos conhecimentos, para que também a segunda condição possa se efetivar, estas duas condições para a ocorrência da aprendizagem significativa estão associadas ao professor, enquanto que a terceira condição depende em grande parte do estudante, porque, se a intenção do estudante for apenas a simples memorização de conceitos para posterior reprodução, sem a intencionalidade de relacionar e dar significado as aprendizagens, o resultado será a aprendizagem mecânica.

A ocorrência da aprendizagem significativa se dá de três tipos diferentes, conforme material a ser aprendido: a representacional; a conceitual; a proposicional. A primeira é a mais elementar, o significado de um símbolo passa a representar o que seu referente significa, a segunda ocorre quando são compreendidos os atributos específicos de um conceito, ocorrendo necessidade de generalização e abstração do referente, e o terceiro consiste em dar significado a novas ideias expressas na forma de uma proposição, a aprendizagem representacional e a conceitual são pré-requisitos para a proposicional. (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011c; HILGER, 2013; LOURENÇO et al. 2012; COSTA BEBER, 2018).

Outro aspecto importante da TAS são as formas de aprendizagem significativa, segundo Costa Beber (2018):

A aprendizagem significativa é *subordinada* quando o conhecimento novo é subordinado ao conceito subsunçor, os novos conhecimentos adquirem significados por um processo de ancoragem cognitiva. A aprendizagem significativa subordinada pode ser *derivativa*, quando o novo conhecimento é derivado de um já existente, ou *correlativa*, quando o novo material é uma reelaboração ou modificação de um conhecimento já existente, por exemplo, conceito de substância, substância simples e composta.

A aprendizagem significativa é *superordenada* quando um conceito já subordinado vai se modificando e ficando mais elaborado pelo processo de interação. Sua estrutura é capaz de servir como ancoradouro para novas aprendizagens, esse processo de aprendizagem superordenada exige abstração, indução e síntese. Utilizando o exemplo acima com relação à ‘substância’, esse pode servir de ancoradouro para a aprendizagem do conceito de substância orgânica e inorgânica, que compreendem um conjunto de especificidades, com grau de complexidade maior.

A aprendizagem significativa é *combinatória* quando a atribuição de significados a um novo conhecimento perpassa pela relação dele com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva. Podemos exemplificar a aprendizagem significativa combinatória, utilizando o conceito de substância orgânica e inorgânica com o conceito referente à ligação química, ou seja, para essas diferentes substâncias que ligações químicas são estabelecidas. (COSTA BEBER, 2018, p. 32).

Em situação formal de ensino, as dificuldades dos professores em assegurar estas três condições para a ocorrência da AS são constantes e tem variadas causas. Pesquisas empregando multimetodologias de ensino têm evidenciado que estudantes respondem de forma distinta aos estímulos de aprendizagem proporcionados por recursos didáticos que exploram aspectos cognitivos, afetivos e psicomotores de forma combinatória, porque proporcionam aos estudantes de classes heterogêneas atividades de aprendizagem adequadas ao seu domínio cognitivo (COSTA BEBER et al., 2017; COSTA BEBER, 2018; LABURÚ; ARRUDA; NARDI, 2003; KLEIN; LABURÚ, 2012).

Neste sentido, o desenvolvimento da UEPS, conforme modelo proposto por Moreira (2011c) atende teoricamente as expectativas de ensino e aprendizagem de situações de ensino de Química que empregam multimetodologias pautadas no referencial da TAS.

3 METODOLOGIA

Este artigo representa parte de uma pesquisa educacional de abordagem qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994) referenciada pela TAS e tem a escola em seu ambiente natural, como fonte direta de coleta de dados e os pesquisadores, um grupo de professores da área de Ciências (Química, Física e Biologia) e Matemática (docentes) como sujeitos participantes do processo de investigação, caracterizando-se como pesquisa-ação. (THIOLLENT, 2011).

Entre as UEPS elaboradas durante a pesquisa, elegemos a desenvolvida no componente curricular de Química, utilizando 16 aulas de cinquenta minutos cada para o desenvolvimento da proposta. Participou do desenvolvimento da UEPS uma turma de quinze (15) estudantes do terceiro ano do ensino médio técnico integrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná - IFPR.

Para o desenvolvimento da UEPS foram utilizadas multimetodologias de ensino e aprendizagem, com o propósito de atender um grupo maior de aprendizes os quais se identificam com metodologias distintas e apresentam necessidades educacionais diferentes.

No quadro 1 apresentamos as etapas desenvolvidas na UEPS conforme consta no artigo referendado anteriormente, porém acrescida da descrição da atividade desenvolvida em cada etapa.

Quadro 1 - Etapas e Objetivos da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

| Etapa | Descrição/Objetivo |
|---|--|
| I - Dinâmica/Simulação | Desenvolvimento de uma dinâmica, a qual simula, por analogia, um experimento envolvendo os conceitos de equilíbrio químico. Favorecer o resgate de conhecimentos prévios para, a partir destes, incrementar conceitos relativos ao Equilíbrio Químico (EQ). |
| II - Mapa Conceitual (MC)/ Organização conceitual | Construção de MC colaborativo com posterior apresentação possibilitando a negociação de significados entre estudantes e professor. Organizar os conceitos evidenciados na etapa I e conduzir os estudantes a utilizar os termos científicos aceitos para EQ. |
| III - Aula expositiva dialogada | Desenvolvimento de aula expositiva dialogada com uso de recursos digitais possibilitando a demonstração de imagens e o quadro para construção de gráficos. Auxiliar a construção e ampliação de significados aceitos no contexto de EQ. |
| IV - Leitura de Artigo/Construção de MC | Leitura e discussão de um artigo cuja abordagem relaciona deslocamento de equilíbrio químico das águas do oceano com poluição ambiental. Construção de um MC colaborativo possibilitando evidenciar a aprendizagem. Destacar conceitos que sirvam para a ampliação conceitual daqueles obtidos na etapa I, II e III e, ainda, que possibilitem a ancoragem de novos conceitos a serem adquiridos nas etapas seguintes. |
| V - Atividade de aprendizagem | Resolução de atividades e situações problemas visando empregar conceitos estudados em diferentes situações. |
| VI - Aula expositiva dialogada | Desenvolvimento de aula expositiva dialogada com uso de recursos digitais possibilitando a demonstração de imagens e o quadro para cálculos. Favorecer o estabelecimento de |

| | |
|--|--|
| | relações entre conceitos subsunçores e novos conceitos de forma colaborativa entre professor e estudantes. |
| VII - Atividade experimental/ Seminário | Em equipes elaborar, desenvolver e explicar com embasamento científico, uma atividade experimental sobre a temática deslocamento de EQ. Proporcionar aos estudantes o desenvolvimento de atividades compartilhadas de ensino (professor e estudante) objetivando descentralizar acentuadamente a figura do professor, direcionando aos estudantes autonomia e liberdade durante as atividades. |
| VIII - Questionário avaliativo dos conceitos | Resolução de atividades contemplando diferentes problemáticas. Verificar indícios de AS. |
| IX - Questionário avaliativo da metodologia e recursos didáticos | Obter informações a respeito da metodologia adotada para o desenvolvimento da UEPS e a relação desta com a aprendizagem. |

Fonte: Costa Beber et al. (2017) com adaptações

Apresentaremos a avaliação da aprendizagem dos conceitos de EQ obtida a partir das análises do material escrito desenvolvido pelos estudantes e dos registros das observações em diário de campo obtidas no decorrer da realização das atividades de aprendizagem. Foram dois os principais momentos de efetivação de atividades para coletas de informações referentes à aprendizagem, identificaremos como Atividade de Aprendizagem 1 (AA1) e Atividade de Aprendizagem 2 (AA2), as quais foram desenvolvidas, conforme evidenciado no Quadro 1, ao término das etapas IV e VII respectivamente. As atividades de aprendizagem foram desenvolvidas de maneira colaborativa pelos estudantes os quais estavam organizados em sete grupos.

Tomamos como referência para análise dos dados coletados a Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi (2011), cuja dinâmica é estabelecida por um ciclo organizado em quatro etapas: 1) desmontagem dos textos (neste caso das respostas fornecidas pelos estudantes e notas de campo) no sentido de desconstrução e unitarização; 2) por meio das unidades são definidos temas e categorias *a priori* ou emergentes; 3) um metatexto é produzido como resposta às compreensões que emergiram do fenômeno estudado; 4) processo auto-organizado que reflete a aprendizagem viva resultante da desconstrução – emergência – comunicação (COSTA BEBER et al., 2017).

A Tabela 1 apresenta as categorias a priori estabelecidas para analisar os dados coletados.

Tabela 1 - Categorias de Análise

| CATEGORIAS | | CONSIDERAÇÕES |
|------------|---|--|
| 1 | Reação Química (RQ) | Compreender os conceitos: reagentes, produtos; representar uma equação química; compreender a ocorrência de transformação das substâncias em relação ao estado inicial, quebras e formações de ligações; saber que as propriedades organolépticas evidenciam a ocorrência de reação química. |
| 2 | Equilíbrio Químico (EQ) | Compreender que no equilíbrio temos a reação direta e inversa acontecendo. |
| 3 | Características do Equilíbrio Químico (CEQ) | Compreender que a velocidade da reação direta e inversa torna-se igual, concentração dos reagentes e produtos torna-se constante e que estas podem ser observadas por meio da estabilidade das propriedades macroscópicas. |
| 4 | Constante de Equilíbrio (CE) | Compreender que “k” representa a relação entre concentração dos produtos e concentração dos reagentes; exemplificar as situações: $k > 1$; $K = 1$; $K < 1$. |
| 5 | Deslocamento de Equilíbrio Químico (DEQ) | Evidenciar que o deslocamento do equilíbrio químico pode ser ocasionado por alterações de temperatura; concentração e pressão. |

Fonte: Autores

As categorias e suas respectivas considerações foram estabelecidas com base nos conceitos apresentados na UEPS Equilíbrio Químico, no livro didático utilizado pelo IFPR no triênio 2015-2017 (SANTOS; MÓL, 2013). Optamos por não estabelecer categoria referente aos conceitos que envolvem equilíbrio iônico da água, embora estes tenham sido trabalhados na UEPS.

Para o desenvolvimento da UEPS os pesquisadores utilizaram diversos referenciais, optamos por estabelecer as categorias a partir do livro didático utilizado pela instituição devido o mesmo ser considerado um referencial importante no ensino de química para o nível médio.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

Para melhor organização dos dados coletados optamos em incorporar no metatexto tabelas e alguns trechos das respostas dos estudantes, buscando melhor visualização dos dados e evidenciar os resultados obtidos. Identificamos os grupos de estudantes com a letra “G” seguido de um número (G1, G2, ... G7).

De acordo com as categorias estabelecidas (Tabela 1), buscamos no corpus analisado (material escrito desenvolvido pelos estudantes e registros de observações em diário de campo) evidenciar a compreensão ou a falta desta nos conceitos de EQ e a progressividade deste processo de compreensão, buscando indicar indícios ou não de AS. Para análise relativa à compreensão dos conceitos foram estabelecidos os seguintes critérios: Compreende Totalmente (CT), Compreende (C), Compreende Parcialmente (CP), Não Compreende (NC) e em Branco (B).

A Tabela 2 apresenta o panorama dos resultados relativos a esta análise.

Tabela 2 – Compreensão dos conceitos

| ATIVIDADE DE APRENDIZAGEM (AA) | | CATEGORIAS | | | | |
|--------------------------------|----|----------------------------|-------------------------|---|------------------------------|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | Reação Química (RQ) | Equilíbrio Químico (EQ) | Características do Equilíbrio Químico (CEQ) | Constante de Equilíbrio (CE) | Deslocamento de Equilíbrio Químico (DEQ) |
| 1 | CT | G2; G5; G6 | G3; G5; G6 | G3; G4 | G6 | G1; G4 |
| | C | G3; G4; | G1; G2; G4; G7 | G5; G6; G7 | - | G2; G5 |
| | CP | G1; G7 | - | G1; G2 | - | G3 |
| | NC | - | - | - | G2 | G6; G7 |
| | B | - | - | - | G1; G3; G4; G5; G7 | - |
| 2 | CT | G1; G2; G3; G4; G5; G6; G7 | G1; G2; G3; G4; G5; G6 | G3; G4; G5; G7 | G4; G6 | G1; G3; G4; G5; G6 |
| | C | - | G7 | G2; G6 | G1; G2; G3; G5; G7 | G2 |
| | CP | - | - | G1 | - | - |
| | NC | - | - | - | - | - |
| | B | - | - | - | - | G7 |

Fonte: Autores

No primeiro momento de realização da atividade de aprendizagem (AA1) somente foram obtidos critérios NC para as categorias 4 e 5, e, para a categoria 4, cinco grupos não apresentaram respostas.

Os resultados mostram que uma quantidade significativa de estudantes apresentou uma boa compreensão dos conceitos trabalhados na UEPS, este resultado indica que as metodologias de ensino, a organização da apresentação dos conceitos mais inclusivos subsidiando os menos inclusivos durante o processo de ensino, a constante utilização dos conceitos subsunçores adequados ancorando os novos conceitos e a predisposição em aprender dos estudantes foram alguns dos aspectos que contribuíram para a ocorrência de aprendizagem, considerando os fundamentos da TAS.

A ausência de respostas para a categoria 4 pode ser justificada pela não inclusão de situações problemas que envolviam os conceitos constante de equilíbrio na atividade de ensino, no entanto, esses conceitos foram apresentados aos estudantes já na etapa I, envolvendo a atividade de simulação/dinâmica. Os estudantes do G6 e G2 incluíram definições de constante de equilíbrio ao explicarem o conceito de equilíbrio químico. O G6 apresenta corretamente as três situações possíveis, e demonstra compreensão em relação a este conceito:

[...] o equilíbrio dinâmico, pode ser alterado pela variação de temperatura, pressão e concentração, possui uma constante de equilíbrio (K), onde $K > 1$ é uma reação produto favorecida, $K < 1$ é uma reação reagente favorecida. $K = 1$ é uma reação em que a concentração de reagentes e produtos são iguais [...] G6.

No entanto, a narrativa do G2 apresentada a seguir, sugere que para estes estudantes, o conceito de proporcionalidade entre produto e reagente, definida como constante de equilíbrio (K), não apresenta clareza, demonstrando que não ocorreu aprendizagem em relação ao significado da constante “k” e sua relação com a concentração das substâncias:

[...] no equilíbrio as velocidades das reações no sentido direto e indireto são iguais, concentração dos reagentes e produtos são iguais e K é igual a 0 [...] G2.

Para melhor clareza quanto à ocorrência de aprendizagem, apresentamos alguns trechos das respostas obtidas no momento AA1.

[...] o aumento da temperatura, induz as moléculas a se agitarem e colidirem, com isso a velocidade da reação aumenta [...] G1.

*[...] o equilíbrio químico é dinâmico, pois mesmo atingindo o equilíbrio ainda ocorre as transformações no sentido de formar produtos e reagentes [...] Quando o equilíbrio químico é atingido a velocidade da reação direta e inversa mantem-se igual e a concentração dos produtos e reagentes permanece constante, mas não necessariamente iguais.*G3.

[...] de acordo com a cinética química, o aumento da temperatura faz com que as moléculas aumentem a sua movimentação, logo a frequência em que os choques ocorre também aumenta, e assim as colisões serão mais eficazes acelerando o processo da reação [...] à medida que vão se formando substâncias de cor amarela, sua concentração vai aumentando, porém a velocidade da reação direta irá diminuir porque a quantidade de reagente vai diminuindo. G5

[...] inicialmente havia apenas reagentes no sistema e estes possuíam cor vermelha e, conforme a reação foi ocorrendo, o produto foi sendo formado. Assim, a concentração de produto foi aumentando enquanto a concentração de reagentes diminuía de modo que a cor do sistema tendeu cada vez mais a possuir a cor do produto. G6.

A resposta anteriormente apresentada pelo grupo G1 demonstra que estes estudantes apresentam conhecimentos bastante amplos referentes a reações químicas, uma vez que citam fatores externos que afetam a rapidez das reações, como a temperatura, e a explicam em termos microscópicos como agitação e colisão molecular. A resposta também demonstra que os estudantes se apropriam de conhecimentos anteriormente estudados no componente curricular, como agitação e colisão molecular estudados na unidade “Cinética Química”, sendo, portanto, evidências de ocorrência de AS, uma vez que são capazes de associar os conhecimentos adquiridos em diferentes situações, demonstrando compreensão e ampliação conceitual. Para os estudantes do grupo G3 e G6 é possível observar clareza quanto à aprendizagem de que reações químicas envolvem transformações que levam a formação de novas substâncias e de que no equilíbrio químico estes processos continuam acontecendo, porém com velocidades iguais no sentido direto e inverso da reação.

No trecho dos estudantes do grupo G5 é possível observar a relação feita ao explicar reações químicas com Teoria das Colisões, conceitos abordados em uma UEPS desenvolvida em outro momento de aprendizagem. Conhecimentos prévios necessários para ancorar a aprendizagem de equilíbrio químico foram possíveis de serem resgatados na etapa I durante o desenvolvimento da dinâmica. No segundo trecho destacado para o grupo G5 é possível observar a utilização adequada dos conhecimentos para uma situação problema relacionando reações químicas e equilíbrio químico com alterações em uma das propriedades organolépticas.

Nos trechos destacados é possível evidenciar ampliação conceitual e indícios de aprendizagem significativa.

Para que a aprendizagem aconteça de maneira significativa o material de ensino deve possuir significado lógico, os elementos que o compõem precisam estar organizados em uma estrutura e não apenas sobrepostos de forma arbitrária, é preciso que as conexões entre os temas sejam explicitadas aos estudantes, para facilitar a percepção da estrutura conceitual a ser aprendida, nas respostas obtidas é possível verificar que a UEPS favoreceu a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2010).

Além disso, elementos de criatividade e sensibilidade do professor pesquisador também contribuíram com a aprendizagem significativa dos estudantes, durante o desenvolvimento de uma UEPS, pois o planejamento que antecede a prática considera situações típicas de sala de aula, no entanto, quando situações adversas ocorrem é de responsabilidade do professor buscar soluções rápidas e eficientes para não comprometer os objetivos educacionais propostos e o sucesso do processo de ensino e aprendizagem com significado.

As respostas apresentadas pelos G3 e G5:

[...] num determinado momento a cor não muda mais, indicando que a reação atingiu o equilíbrio. A cor pode se manter a mesma, mas não quer dizer que a reação parou, as concentrações dos reagentes e produtos passaram a não mais sofrer alterações, porém a reação não cessa G3

[...] como há apenas reagente a velocidade para formar produto será maior e conforme esse consumo aumenta o reagente diminui e a velocidade também diminui proporcionalmente [...] G5.

[...] quando aumenta-se a concentração, conseqüentemente aumenta-se o número de colisões de moléculas e a velocidade da reação. Também representada pela equação da velocidade: $V = K \cdot [A]^x$ [...] G6

Indicam que as metodologias utilizadas contribuíram para aprendizagem e, novamente, possibilitaram a compreensão a nível microscópico, pois ao afirmarem “*A cor pode se manter a mesma, mas não quer dizer que a reação parou*”, demonstra a compreensão de que as observações macroscópicas, como a cor, possuem relação com acontecimentos moleculares, microscópicos. Novamente é possível observar, no trecho dos estudantes do grupo G5 ampliação conceitual amparada em conhecimentos prévios obtidos em UEPS desenvolvida em outro momento de aprendizagem.

Entendemos que a dinâmica realizada na Etapa I da UEPS tenha contribuído para que estas definições fossem incorporadas em suas estruturas cognitivas, o que no ensino de Química é fundamental, vindo a compor subsunçores importantíssimos para aprendizagem de novos conceitos.

Ao observar os resultados para a atividade de aprendizagem AA2, é possível notar uma significativa melhora na compreensão dos conceitos, apenas um grupo apresentou compreensão parcial (CP) na categoria 3 (G1) e um grupo sem resposta (B) relativa à categoria 5 (G7). Igualmente temos indícios de que a “metodologia” foi um dos fatores que contribuiu para a aprendizagem, possibilitando identificar evidências de ampliação da compreensão conceitual.

Na sequência apresentamos trechos dos grupos G2, G3, G5 e G6:

[...] a combustão de uma vela irá ocorrer enquanto houver o material da vela, sendo reagente, que será consumido, logo a reação em questão não atinge equilíbrio G2

[...] uma reação em equilíbrio tende a formar produto e consumir o reagente ou vice-versa, para uma melhor clareza, voltemos para a dinâmica das Bolinhas, onde quando as “reações” entraram em equilíbrio a proporção que eram produzidas eram as mesma, vamos supor que eram formadas 7 mais consumidas 3, assim sucessivamente foi se mantendo, até que houve uma perturbação do equilíbrio G3.

[...] quando o ferro sofre corrosão não é possível voltar a ser ferro novamente [...] quando uma reação começa, ela tende a formar produto até um certo ponto, nesse momento em diante podemos observar que, ao atingir o equilíbrio a reação se estabiliza em termos de concentração, mas “nunca” para de acontecer, porque os produtos formados tendem a reagir novamente e formar reagentes e vice-versa. A combustão de uma vela irá ocorrer enquanto houver o material da vela, sendo reagente, que será consumido, logo a reação em questão não atinge equilíbrio G5.

[...] quando um sistema equilibrado sofre uma perturbação, seja por temperatura, concentração ou pressão, esse mesmo sistema tende a se deslocar para alcançar novamente o equilíbrio. Esse princípio pode ser observado em uma experiência de substâncias que, quando entram em contato, alteram a concentração e conseqüentemente a cor da solução. Isso ocorre devido a perturbação gerada e só é restabelecida uma nova cor quando uma substância consegue inibir a ação da outra, retomando um estado equilibrado [...] G6.

Ao comparar as respostas obtidas na AA1 e na AA2, é possível destacar a progressividade e ampliação da compreensão conceitual e associação dos conceitos com situações práticas, sejam as vivenciadas no decorrer do desenvolvimento da UEPS ou em situações presentes no cotidiano, tais fatores sugerem indícios de aprendizagem significativa dos conceitos.

Na TAS temos o pressuposto de que um indivíduo aprende significativamente quando é capaz de relacionar uma nova informação com um conhecimento integrante existente em sua estrutura cognitiva, assim, temas vividos pelo estudante em seu cotidiano são associados aos conteúdos em sala de aula (VALADARES, 2011; AQUINO; CAVALCANTE, 2017).

Observando a explicação referente a EQ apresentada pelo G3, é possível ressaltar mais uma vez a importância que a Etapa I exerceu para que a aprendizagem acontecesse com significado. A dinâmica realizada na Etapa I objetivou atuar como organizador prévio, favorecendo o resgate de conhecimentos prévios que viessem a ancorar os novos conceitos, possibilitando a ampliação conceitual, os resultados indicam que realmente foi este o papel desenvolvido pela atividade, ancoragem e auxílio para construção de novos significados.

De acordo com Moreira (2011a; 2011b), a aprendizagem significativa acontece quando há interação entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos, para que isso ocorra é necessário que o estudante possua um conceito subsunçor adequado em sua estrutura cognitiva para ancorar o novo conceito.

Apresentamos abaixo mais alguns trechos dos estudantes, nestes é possível evidenciar compreensão relativa ao descolamento de equilíbrio químico, conceitos estes trabalhados no decorrer do desenvolvimento da etapa VII, envolvendo a experimentação e a descentralização um pouco mais acentuada da figura do professor.

[...] Ela pode ser produto favorecida $K > 1$, ou reagente favorecida $K < 1$ e também $K = 0$, mesma quantidade de produto e reagente em troca constante, a quantidade de reagentes, a temperatura, a pressão influenciam o deslocamento do equilíbrio, sob altas temperaturas as moléculas agregam maior força cinética, para desencadear o choque molecular entre as quantidades postas de reagentes, podendo formar uma grande quantidade de produtos se $K > 1$ [...]. G1

[...] Se adicionarmos alguma substância que impossibilite o equilíbrio, a reação vai tentar consumir, mesmo que altere o equilíbrio logo após o término do consumo ela buscará alcançá-lo novamente [...]. G4

[...] Tem-se que este princípio (de Le Chantelier) diz que as reações em equilíbrio sempre tendem ao equilíbrio, sendo estas dinâmicas. Desta forma, quando se perturba uma reação, seja aumentando a concentração de algum participante, seja aumentando a pressão ou a temperatura, essa reação vai sair rapidamente do equilíbrio porém vai se equilibrar de novo, já que tende ao equilíbrio, contudo, para isso, o K sofrerá alteração [...]. G5

[...] Uma reação em equilíbrio tende a formar produto e consumir o reagente ou vice-versa. Exemplo: Para uma melhor clareza, voltemos para a dinâmica das Bolinhas, onde quando as “reações” entraram em equilíbrio a proporção que eram produzidas eram as mesma, vamos supor que eram formadas 7 mais consumidas 3, assim sucessivamente foi mantido, até que houve uma perturbação do equilíbrio. As reações sempre tendem a encontrar o equilíbrio novamente [...]. G6

[...] Segundo Le Chatelier, há 4 formas de alterar o equilíbrio. Que seria por concentração, pois quanto maior a concentração, mais produto será formado se alimentarmos a concentração do reagente. Se for aumentado o produto, o reagente ficará desfavorável. Também poderá ser perturbado com a temperatura, quanto maior o calor, as moléculas se chocaram mais rápidas, fazendo com que a reação se torne mais rápida, dependendo da entalpia seja ela endotérmica ou exotérmica. Também pode acontecer alteração pela pressão, pois quanto mais pressão, mais as moléculas se juntaram e assim diminuirá o volume, então, a reação tende a acontecer na direção onde tenha menos quantidade. [...] O catalizador não causa perturbação, ele apenas faz com que a reação aconteça mais rápida, no sentido direto ou inverso [...]. G3

Segundo Moreira (2011), a busca do conhecimento possibilita o aperfeiçoamento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos estudantes, além de torná-los mais ativo na busca pelo próprio conhecimento, aumentando a compreensão sobre a fundamentação do trabalho científico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de ensino e aprendizagem é complexo e exige dedicação tanto por parte de quem aprende como também de quem ensina, o qual assume muitas vezes o papel de pesquisador de estratégias de ensino que demonstrem ser facilitadoras neste processo, buscando favorecer de maneira mais particular possível a aprendizagem com significado.

Acreditamos que o uso de multimetodologias no processo de ensino pode contribuir com a predisposição para aprender do estudante, condição essencial para que a aprendizagem significativa se efetive como pondera Ausubel e seus colaboradores (2003) e Moreira (2011b).

Os resultados obtidos sugerem indícios de aprendizagem significativa com o desenvolvimento da UEPS utilizando multimetodologias, dada a ampliação conceitual e existência de exemplificação nas respostas dos estudantes empregando termos adequados ao conhecimento escolar. É possível destacar a grande influência da “dinâmica” e da “lista de exercícios” como recursos didáticos, uma vez que as exemplificações fornecidas permearam situações discutidas em sala de aula no decorrer da utilização desses dois recursos didáticos.

Os resultados corroboram com os obtidos no trabalho apresentado no 8º EIAS, onde os estudantes aprovam o uso de multimetodologias e avaliaram as atividades de ensino

desenvolvidas de maneira colaborativa como excelentes estratégias para superar as dificuldades de aprendizagem.

Embora as atividades experimentais não apresentaram uma boa avaliação no trabalho do 8º EIAS foi possível observar que a aprendizagem relativa ao deslocamento de equilíbrio aconteceu por parte de um grande grupo de estudantes.

REFERÊNCIAS

AQUINO, K. A. da S.; CAVALCANTE, P. S. Análise da construção de conhecimento significativo utilizando a produção de curtas metragens no ensino de química orgânica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 1, p. 117-131, 2017.

AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

_____. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

_____. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

_____. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton, 1963.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em Educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES. (Orgs.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. p. 37-70.

COSTA BEBER, S. Z.; KUNZLER, K. R.; DEL PINO, J. C.; SILVA da, L. C. A.; LAZARINO, S. Multimetodologias de ensino baseadas na teoria da aprendizagem significativa: considerações dos estudantes. **8º Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa**. Esquel, Província de Chubut, Argentina, 2017.

COSTA BEBER, S. Z. **Aprendizagem Significativa, Mapas Conceituais e Saberes Populares: referencial teórico e metodológico para o ensino de conceitos químicos**. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde. Porto Alegre, RS. (391 p.), 2018.

COSTA BEBER, S. Z.; DEL PINO, J. C. Pesquisa Colaborativa e Prática Docente: os saberes populares no processo de facilitação do ensino de Química. **Enseñanza de las Ciencias - Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**. Vol. Extraordinário. set. p. 205-209, 2017.

COSTA BEBER, S. Z.; KUNZLER, K. R.; LAZARINO, S.; GORLA, F. A.; SILVA da, L. C. A. Avaliação dos conceitos de equilíbrio químico em uma UEPS utilizando multimetodologias. **Anais do 7º Encontro Nacional sobre Aprendizagem Significativa – 7º ENAS**. Blumenau, SC, 2018.

HILGER, T. R. Aprendizagem significativa e representações sociais: aproximações teóricas. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v.6, n. 3, p. 01-19, 2016.

HILGER, T. R. **Representações sociais de conceitos de física moderna contemporânea**. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Orientador Prof. Dr. Marco Antonio Moreira, Porto Alegre, 2013.

KLEIN, T. A. S.; LABURÚ, C. E. Multímodos de representação e TAS: possíveis interconexões na construção do conceito de Biotecnologia. **Revista Ensaio**, v. 14, n. 2, p. 137-152, 2012.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da aprendizagem**. 5. ed. Trad. Vera Magyar. rev. José F. B. Lomônaco. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

LEMONS, E. S. A teoria da aprendizagem significativa e sua relação com o ensino e com a pesquisa sobre o ensino. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v.1, n. 3, p. 47-52, 2011.

LOURENÇO, A. B.; HERNANDES, A. C.; COSTA, G. G. G.; HARTWIG, D. R. O uso da diferenciação progressiva e integração reconciliativa para a elaboração de mapas conceituais referente ao tema matéria: um estudo inicial da teoria de Ausubel. **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. VI. ENPEC**. Florianópolis, SC, Brasil, 2007.

LOURENÇO, A. B.; HERNANDES, A. C.; COSTA, G. G. G.; HARTWIG, D. R. Implementação e avaliação de um curso sobre matéria e suas transformações baseado na teoria da aprendizagem significativa: uma análise a partir de mapas conceituais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 12, n. 1, p. 117-137, 2012.

MENDONÇA, C. A. S. **O uso do mapa conceitual progressivo como recurso facilitador da aprendizagem significativa em Ciências Naturais e Biologia**. Tese. (Programa Internacional de Doctorado *Enseñanza de las Ciencias* - Departamento de Didácticas Específicas – Univerdidad de Burgos - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Orientador Prof. Dr. Marco Antonio Moreira, Burgos/Espanha, 2012.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. 2. ed. rev. Ijuí: Unijuí, 2011.

MASINI, E. F. S., MOREIRA, M. A. (col.). **Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos**. São Paulo: Vetor, 2008.

_____ **Aprendizaje Significativo em la escuela**. Curitiba, PR: CRV, 2017.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

_____ **Teorias de aprendizagem**. - 2. ed. ampl. - São Paulo: EPU, 2011a.

_____ **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011b.

_____ Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011c.

_____ **Ensino e aprendizagem Significativa.** São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2017.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa – A teoria de David Ausubel.** São Paulo: Centauro, 2001.

NOVAK, J. A theory of education: *meaningful learning* underlies the constructive integration of thinking, feeling, and acting leading to empowerment for commitment and responsibility.
Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review, v. 1, n. 2, p. 1-14, 2011.

_____ **Uma teoria de educação.** Tradução: Marco Antonio Moreira. São Paulo: Pioneira, 1981.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** Trad. Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre, Artmed, 2009.

SANTOS, W. L. P. dos; MÓL, G. de S. **Química Cidadã.** 2. ed., v. 1, São Paulo: Editora AJS, 2013.

SILVEIRA, F. P. R. de A. **O uso de Mapas Conceituais como recurso didático facilitador da Aprendizagem Significativa em Ciências Naturais em nível de Ensino Fundamental.** Tese. (Programa Internacional de Doctorado *Enseñanza de las Ciencias* - Departamento de Didácticas Específicas – Univerddidad de Burgos - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Orientador Prof. Dr. Marco Antonio Moreira, Burgos/Espanha, 2013.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação.** 18 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

VALADARES, J. A Teoria da Aprendizagem Significativa como Teoria Construtivista.
Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1, n. 1, p. 36-57, 2011.