

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS CONCEITOS DE TERMOQUÍMICA: UM ESTUDO UTILIZANDO MAPAS CONCEITUAIS

Meaningful learning of the concepts of thermochemistry a study using conceptual maps

Kelly Karini Kunzler [kelly.kunzler@yahoo.com.br]

Silvia Zamberlan Costa Beber [silvia.beber@unioeste.br]

Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Unioeste

Rua da Faculdade, 645 - Jardim Santa Maria, Toledo – PR, Cep: 85903-000

Kathia Regina Kunzler [kathia.kunzler@ifpr.edu.br]

Instituto Federal do Paraná/IFPR

Avenida Cívica, 475 – Centro Cívico, Assis Chateaubriand – PR, Cep: 85935-000

Recebido em: 21/12/2018

Aceito em: 06/09/2019

Resumo

Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), abordando os conceitos de Termoquímica com a temática Alimentos foi desenvolvida com estudantes do Ensino Médio técnico integrado de uma instituição pública do Paraná/Brasil, com o objetivo de evidenciar a progressividade na compreensão dos conceitos estudados e identificar indícios de aprendizagem significativa. O principal instrumento de coleta de dados foram mapas conceituais (MC) elaborados em três momentos distintos, denominados Mapas Conceituais Progressivos. Para a análise dos mapas conceituais foram estabelecidas as seguintes categorias: 1) Termodinâmica; 2) Calor de Reação; 3) Entalpia; 4) Reação Endotérmica e Exotérmica; 5) Entalpia Padrão de Formação; 6) Energia de Ligação; 7) Entropia; 8) Energia Livre de Gibbs; 9) Termoquímica e Alimentos. Os critérios para indicar os níveis de compreensão dos estudantes sobre os conceitos são: Compreende Totalmente (CT); Compreende Parcialmente (CP); Não Compreende (NC); Não Inclui Conceito (NIC). Os resultados obtidos indicam que o desenvolvimento da UEPS possibilitou aos estudantes a compreensão gradual dos conceitos, isto porque para a maioria das categorias a análise evidenciou inicialmente a NIC, para a CP e ao final CT dos conceitos. A relação dos conceitos de Termodinâmica e Termoquímica presentes nos MC final sugerem indícios de aprendizagem significativa uma vez que ocorreu a relação dos conceitos com a temática envolvendo alimentos.

Palavras-chave: Termoquímica; Mapas Conceituais Progressivos; Teoria da Aprendizagem Significativa.

Abstract

A potentially meaningful teaching unit (PMTUS), addressing the concepts of thermochemistry with the food theme was developed with students of the integrated Technical High School of a public institution of Paraná/Brazil, with the aim of to evidence the progressiveness in understanding the concepts studied and to identify meaningful learning indications. The main instrument for data collection were conceptual maps (MC) elaborated at three distinct moments, called progressive conceptual maps. For the analysis of the conceptual maps the following categories were established: 1) thermodynamics; 2) reaction heat; 3) enthalpy; 4) Endothermic and exothermic reaction; 5) enthalpy standard formation; 6) bonding energy; 7) Entropy; 8) Gibbs free energy; 9) Thermochemistry and food. The criteria to indicate the students'

comprehension levels about the concepts are: Fully understands (CT); Partially understands (CP); Doesn't understand (NC); Doesn't include concept (NIC). The results obtained indicate that the development of the PMTUS enabled students to gradually understand the concepts, because for most categories the analysis initially evidenced the NIC, for the CP and the end CT of the concepts. The relationship between the concepts of thermodynamics and thermochemistry present in the final MC suggest indications of meaningful learning, since the relationship between concepts and the theme involving food was observed.

Keywords: Thermochemistry, Progressive Concept Maps, Theory of Meaningful Learning.

1. INTRODUÇÃO

Os professores de Química vivenciam uma crescente sensação de desassossego e frustração ao comprovar o limitado sucesso de seus esforços docentes com o ensino dessa ciência. Aparentemente, os alunos aprendem cada vez menos e têm menos interesse pelo que aprendem (Pozo & Crespo, 2009).

Segundo os autores citados, a ciência é um processo e não um produto acumulado de ideias, teorias e modelos. Ensinar ciências não deve ter como meta apresentar aos alunos os produtos da ciência como saberes acabados e definitivos, pelo contrário, a ciência deve ser ensinada como um saber histórico e provisório (Pozo & Crespo, 2009; Cachapuz, Angotti & Pernambuco, 2011; Chassot, 2011). Compreendemos que o ensino da Química deve seguir nesta perspectiva, priorizando o papel do aluno como protagonistas do processo de ensino e aprendizagem, mobilizando ações no sentido de ampliar a exposição das dúvidas e incertezas dos alunos, buscando dar significados aos conceitos estudados, em vez de reduzir a aprendizagem a um processo repetitivo ou de produção (Pozo & Crespo, 2009, Moreira, 2017, Masini & Moreira, 2017; Ausubel, 2003).

Partindo de um levantamento realizado previamente em algumas das principais revistas científicas brasileiras, percebemos que existem poucas investigações que abordam o tema "Termoquímica", isto indica que as opções de materiais didáticos e metodologias de ensino para trabalhar com este tema ficam restritas praticamente aos livros didáticos. Com isso, este artigo pretende apresentar os resultados de uma pesquisa sobre o tema utilizando uma metodologia de ensino e um referencial teórico que, do nosso ponto de vista, auxiliam na aprendizagem significativa.

Priorizando um ensino de Química de acordo com os autores, realizamos uma pesquisa cujo objetivo principal foi verificar a progressividade da compreensão dos conceitos de Termoquímica por meio da análise de mapas conceituais elaborados no desenvolvimento de uma UEPS.

Após um levantamento de dados feito em 5 revistas científicas brasileiras, observamos que a quantidade de publicações envolvendo a temática "Termoquímica" é reduzida, sendo assim, consideramos que este conteúdo é abordado no Ensino Médio de maneira superficial, o que pode resultar em uma aprendizagem mecânica e, mesmo quando o professor se dispõe a ensinar de maneira não tradicional encontrará poucos artigos que o auxiliem.

Sendo assim, a temática Termoquímica foi escolhida objetivando o desenvolvimento de uma UEPS fundamentada nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). No decorrer do desenvolvimento da UEPS, como forma de verificar a aprendizagem significativa progressiva propusemos aos estudantes a elaboração de mapas conceituais e outras atividades de aprendizagem.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com o que o aprendiz já sabe (Ausubel, 2003). Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (Moreira, 2012).

A este conhecimento específico dá-se o nome de conhecimento prévio, Ausubel (2003) denominou de subsunçor ou ideia-âncora, que é um conhecimento presente na estrutura cognitiva do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que é descoberto ou lhe é apresentado.

O subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar mais ou menos diferenciado, ou seja, mais ou menos elaborado em termos de significados. Contudo, como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento ele próprio se modifica adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes (Moreira, 2012; Moreira & Masini, 2017).

Ausubel (2003) argumenta que existem dois tipos básicos de aprendizagem: a por recepção e a por descoberta. Em situações formais de ensino, esses dois tipos de aprendizagem podem vir a ocorrer, no entanto, a aprendizagem receptiva é a mais comum.

A *aprendizagem receptiva* (automática ou significativa) ocorre quando o estudante internaliza um corpo de conhecimentos que lhe é apresentado sob a forma final, geralmente por exposição verbal. Na aprendizagem receptiva significativa “a tarefa ou matéria potencialmente significativa é compreendida ou tornada significativa durante o processo de internalização” enquanto que na aprendizagem receptiva automática “a tarefa de aprendizagem não é potencialmente significativa nem se torna significativa no processo de internalização” (Ausubel, Novak & Hanesian, 1980, p. 20).

A *aprendizagem por descoberta* ocorre quando o conteúdo principal a ser aprendido não é explicitado para o estudante, cabe a ele descobrir, organizar, agrupar, integrar, transformar e combinar as informações de tal forma que o processo o leve ao produto final desejado. O conteúdo da aprendizagem pode ser significativo tanto se a aprendizagem for receptiva como se for por descoberta. Nas escolas, a aprendizagem receptiva é muito mais frequente do que a por descoberta, segundo Ausubel (2003) e Moreira (2011, 2014).

Ausubel (2003) apud Costa Beber (2018) apresenta três condições necessárias para que ocorra a aprendizagem significativa, são elas:

- 1) *Material potencialmente significativo*: o professor deve organizar um material que potencialize essa aprendizagem, para isso, necessita identificar os conhecimentos mais específicos e inclusivos do que pretende trabalhar, contemplando a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.
- 2) *Disponibilidade de conceito subsunçor adequado na estrutura cognitiva*: O professor necessita identificar conhecimentos prévios nos estudantes antes de iniciar o conteúdo, o objetivo é verificar se o conhecimento adequado integra a estrutura cognitiva, ou seja, o conceito subsunçor. A identificação de subsunçores pode se dar por meio de mapas mentais, mapa conceitual, situação problema, atividade experimental, saber popular ou aquele de preferência do professor.

- 3) *Predisposição em aprender*: “Para que a aprendizagem significativa ocorra é necessário que o aprendiz manifeste intenção em querer aprender significativamente. Sem predisposição em aprender, o que geralmente ocorre é aprendizagem mecânica”.

Novak (2010) explica na sua Teoria da Educação que a “aprendizagem por memorização é ineficaz para a retenção em longo prazo e para a aplicação dos conhecimentos, e, porque a aprendizagem significativa é eficaz e necessária para o pensamento criativo” (Novak, 2010, p. 8). Sua teoria é um conjunto que engloba uma teoria da aprendizagem, uma teoria de conhecimento e uma teoria de ensino. Para Novak, os eventos educativos devem capacitar os estudantes para a responsabilidade com a própria construção de significados, que envolve o pensamento, o sentimento e a ação (Costa Beber, 2018).

O trabalho de Novak (2010) está nos princípios que facilitem a aprendizagem significativa por meio de estratégias educacionais, cuja principal denomina-se mapa conceitual, que será utilizada no desenvolvimento deste trabalho.

Mapa Conceitual é uma técnica pedagógica de representação gráfica, onde se fazem relações entre conceitos com palavras de ligação a outro conceito, formando proposições com significado lógico. Representa uma estrutura que vai desde os conceitos mais gerais e inclusivos até os mais específicos e menos inclusivos. (Novak & Gowin, 1984, Novak, 2010; Moreira, 2011).

É útil para focalizar a atenção de quem organiza o conteúdo na abordagem de conceitos e no planejamento de atividades instrucionais destinadas a promover a aprendizagem. Mais importante do que modelos ou regras de construção, evitar que esse fique muito complexo (pela inclusão de muitos conceitos e muitas ligações entre eles) ou que pareça algo definitivo que o aluno deva memorizar (Costa Beber, 2018).

3. CAMINHOS METODOLÓGICOS

Segundo Masini e Moreira (2017), a Aprendizagem Significativa ocorre quando há uma interação cognitiva, ou seja, uma interação entre um ou mais aspectos da estrutura cognitiva e os novos conhecimentos. Para que ocorram evidências de aprendizagem significativa, existem estratégias de ensino facilitadoras, bem como instrumentos facilitadores.

As UEPS (Moreira, 2012) são sequências de ensino fundamentadas na TAS, os novos conhecimentos são trabalhados a partir da identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema em questão. Em uma UEPS as atividades de ensino são organizadas buscando trabalhar dos conceitos mais gerais para os conceitos mais específicos. Baseados no princípio de ensinar significativamente elaboramos uma UEPS para investigar a progressividade da compreensão dos conceitos de termoquímica utilizando MC como instrumentos facilitadores desta aprendizagem.

3.1 Metodologia da Pesquisa

A presente pesquisa educacional de abordagem qualitativa (Bogdan & Biklen, 1994; Moraes & Galiuzzi, 2013; Lüdke & André, 1986) foi desenvolvida no Instituto Federal do Paraná (IFPR) *campus* Assis Chateaubriand, em uma turma de 31 estudantes do 2º ano do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio. Os demais componentes da pesquisa são a acadêmica proponente, a professora orientadora e a professora titular de Química da turma.

Para desenvolvimento da pesquisa obtivemos autorização do diretor do *campus* da instituição de ensino, bem como foi solicitado aos responsáveis dos estudantes autorização para

coletar os dados produzidos durante as aulas de Química por meio de um termo de consentimento e autorização para uso de imagens e áudios.

Antecedeu o planejamento da intervenção didática uma investigação em revistas científicas nacionais para realizar um levantamento acerca de pesquisas sobre o tema “Termoquímica”. As revistas científicas escolhidas estão entre as mais consultadas pelos pesquisadores e professores da área de Educação e Ensino em Ciências e Química, classificadas com *Qualis* A1, A2 e B1. A consulta às revistas científicas ocorreu pelo acesso à rede mundial de computadores, fazendo parte da amostra às publicações entre os anos de 1999 a 2018. Foram utilizadas as seguintes palavras-chave para fazer a busca: termoquímica, calor e reações endotérmicas e exotérmicas. As revistas consultadas são: Ciência e Educação; Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências; Revista Brasileira em Educação em Ciências; Investigações em Ensino de Ciências; Experiências em Ensino de Ciências; Química Nova na Escola.

Realizamos a leitura dos resumos dos artigos selecionados para identificar como o termo “Termoquímica” apresentava-se, bem como verificar os seguintes aspectos: tipo de pesquisa, abordagem utilizada, nível de ensino, a metodologia da pesquisa e a metodologia do ensino, recursos didáticos, referencial teórico, aprofundamento dos conceitos de Termoquímica.

A análise qualitativa desta revisão não será apresentada neste artigo, informamos apenas que a análise permitiu aos pesquisadores verificar que em nenhum destes artigos há relação do conteúdo Termoquímica com a temática alimentos, e destes com o referencial da TAS e a utilização de MC.

Com os resultados desta investigação elaboramos uma UEPS conforme proposto por Moreira (2012).

Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

ESTUDO DO CONCEITO “TERMOQUÍMICA” ENVOLVENDO O TEMA ALIMENTOS

Sequência:

1. **Situação inicial:** Em um primeiro momento, levamos aos estudantes um conjunto de imagens que remetiam ao tema “alimentação”, com o objetivo de apresentar a temática que seria trabalhada posteriormente no conteúdo de Termoquímica. Esta exposição de imagens serviu para relembrar conceitos relevantes existentes em suas estruturas cognitivas para ancorar os novos conceitos. As imagens continham informações do conteúdo de termoquímica, tais como calor, frio, troca de calor; e imagens de alimentos como pizza, bolo de chocolate, salada de frutas, saladas de verduras e legumes, torradas e pão. Após a exposição das imagens os estudantes produziram textos com o objetivo de relacionar as imagens, fazendo uma ponte do conteúdo de termoquímica com os alimentos. Nessa etapa ocorreu a externalização dos subsunçores. Esta etapa foi desenvolvida em 2 aulas.
2. **Aprofundando o conhecimento:** Nesta etapa realizamos um experimento no laboratório, no qual os estudantes construíram um calorímetro com caixas de leite, queimaram alguns alimentos e verificaram a variação da temperatura da água antes e depois da queima. Utilizaram a equação fundamental da calorimetria $Q = m.c.\Delta t$ para calcular as calorias presentes em cada alimento. Realizamos um breve debate para que pudessem compreender a relação da quantidade de calor com as calorias presentes nos alimentos, bem como relacionar essas informações com a primeira aula e com as imagens

utilizadas. Os alimentos usados no experimento foram amêndoa, amendoim, castanha, torrada, arroz e maçã, todos com a mesma massa, para uma melhor observação da variação de temperatura. Na aula seguinte os estudantes elaboraram MC em grupos, partindo dos conhecimentos adquiridos durante o experimento e posterior debate. Essa etapa foi desenvolvida em 4 aulas.

3. **Aprofundando o conhecimento 2:** Nesta etapa ocorreu uma exposição dialogada do conteúdo de Termoquímica, com foco nos conceitos científicos de entalpia, entropia, reações endotérmicas e exotérmicas, energia de ligação, entalpia padrão de formação e energia livre de Gibbs e relacionamos esses conceitos com a temática alimentos, destacando as proteínas, carboidratos e lipídeos. Ao término desta etapa os estudantes elaboraram novamente MC em grupos a fim de sistematizar e relacionar os conceitos trabalhados com a temática, como também verificar a evolução na compreensão dos conceitos. Essa etapa ocorreu em 4 aulas.
4. **Aplicando os conhecimentos estudados:** nesta etapa propomos uma atividade prática de pesquisa. Os estudantes receberam uma tabela para registrar, em um período de três dias, os alimentos consumidos, destacando a quantidade de calorias presente em cada alimento individualmente com suas respectivas massa e/ou volume. Propomos também, que fossem pesquisados os valores do consumo energético dos alimentos pelo organismo a partir de atividades que realizam em seu cotidiano, como por exemplo, jogar futebol, fazer caminhada, estudar, assistir televisão, etc. Ao final da pesquisa compararam os resultados dos alimentos consumidos com a quantidade de energia gasta durante o dia e apresentaram esses dados em forma de seminário, buscando relacionar os conceitos estudados em Termoquímica com a atividade. Algumas atividades de aprendizagem foram propostas para encerrar esta etapa de desenvolvimento da UEPS que ocorreu em 2 aulas.
5. **Elaborando mapas conceituais para sistematizar todos os conceitos estudados:** para encerrar a UEPS realizamos uma breve revisão dos conceitos trabalhados em cada etapa e os estudantes produziram novos MC. Esta etapa ocorreu em 2 aulas.
6. **Avaliação da UEPS:** a avaliação da aprendizagem dos estudantes ocorreu a partir da análise dos MC buscando evidenciar a progressividade da compreensão dos conceitos estudados e a relação destes com o tema alimentos, no sentido de verificar indícios de aprendizagem significativa.

Como pode ser observado, durante o desenvolvimento da UEPS foram realizadas diferentes atividades de aprendizagem, como pesquisa, experimentação, resolução de exercícios e problemas, seminário, debates e MC. Neste artigo apresentaremos apenas os resultados da análise realizada nos Mapas Conceituais denominados “Progressivos” (Mendonça, 2012) porque buscamos verificar a progressividade da compreensão dos conceitos trabalhados.

3.2 Metodologia da Análise de Dados

Os MC foram analisados conforme (Costa Beber et al., 2018) adequando ao conteúdo de ensino e as especificidades da pesquisa. No artigo supracitado, os dados analisados consistiam em questões objetivas e subjetivas, entretanto em nossa pesquisa os dados analisados correspondem apenas aos MC elaborados em três momentos distintos.

A Tabela 1 apresenta os parâmetros adotados para análise dos MC.

Tabela 01 – Categorias de Análise

	Categorias	Considerações
1	Termoquímica	Relacionar Termoquímica com a Termodinâmica; relacionar Termoquímica com reações; relacionar reações com energia.
2	Entalpia	Compreender que Entalpia corresponde ao calor da reação, representada pela variação.
3	Reação Endotérmica e Exotérmica	Compreender: $\Delta H < 0$ a reação é exotérmica e espontânea; $\Delta H > 0$ a reação é endotérmica e não espontânea.
4	Entalpia Padrão de Formação	Compreender que entalpia de formação está relacionada com a energia das substâncias; compreender que os valores de entalpia de reação foram obtidos experimentalmente a partir de seus átomos formando substâncias elementares e que pode ser utilizado para calcular a entalpia de reação.
5	Energia de Ligação	Compreender que há energia envolvida na formação ou quebra de ligações; compreender que formação de ligação envolve liberação e quebra envolve absorção; relacionar energia de ligação com estabilidade dos átomos.
6	Entropia	Relacionar espontaneidade com entropia; compreender que entropia está relacionada com a mudança de estado físico nas reações.
7	Energia Livre de Gibbs	Compreender que a entalpia e a entropia precisam ser utilizadas conjuntamente para definir espontaneidade. $\Delta G < 0$ espontâneo; $\Delta G > 0$ não espontâneo.
8	Termoquímica e Alimentos	Relacionar os conceitos de Termoquímica com as principais moléculas dos nutrientes: proteínas, carboidratos e lipídeos; consumo e gasto calórico (metabolismo basal, alimentação e atividade física).

Os critérios utilizados para indicar os níveis de compreensão dos estudantes acerca das categorias pré-estabelecidas foram: Compreende Totalmente (CT); Compreende Parcialmente (CP); Não Compreende (NC) e Não Inclui Conceito (NIC).

Na sequência apresentamos e discutimos os resultados da pesquisa conforme metodologia de análise estabelecida.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os MC foram produzidos em grupos de 5 estudantes, esta dinâmica possibilitou o debate acerca do conteúdo apresentado e socialização daquilo que cada estudante compreendeu. A formação dos grupos foi mantida do início ao fim da UEPS.

Os estudantes já haviam trabalhado com MC anteriormente com a professora titular de Química, fator que facilitou o desenvolvimento da investigação. Os MC foram elaborados em papel sulfite e posteriormente digitalizados pelos pesquisadores utilizando o programa Cmaptools® (IHMC – Institute for Human & Machine Cognition), disponível gratuitamente pelo

site <https://www.ihmc.us/cmapttools/>. Buscamos reproduzir os MC mantendo tipo de letra, cores das canetas, conceitos destacados, entre outros.

Na primeira parte desta seção apresentamos os resultados a partir da análise das categorias e na sequência, os MC escolhidos para representar todos os MC elaborados pelos estudantes.

Análise das Categorias

Para melhor ilustrar e visualizar os resultados apresentamos as tabelas com os dados compilados referentes a cada etapa de análise das categorias, bem como a discussão.

Categoria 01: Termoquímica

Tabela 2: Análise da categoria Termoquímica

Categoria	Mapa Conceitual 1				
		G1	G2	G3	G4
	NIC	NIC	NIC	NIC	NIC
	Mapa Conceitual 2				
1.Termoquímica	G1	G2	G3	G4	G5
	CT	CP	NIC	CT	CP
	Mapa Conceitual 3				
	G1	G2	G3	G4	G5
	CT	CT	CT	CT	CT

Esta categoria foi estabelecida para verificar se os estudantes conseguiram relacionar o conceito “termoquímica” com “termodinâmica”, “termoquímica” com “reações químicas” e, por fim, relacionar “reações químicas” com “energia”.

Mapa Conceitual 01: Dos 05 grupos que produziram MC, nenhum grupo incluiu o conceito termoquímica, isso se deve provavelmente ao fato de que o conceito ainda não havia sido apresentado. Assim, os conceitos presentes neste MC indicam conhecimento adquiridos em outras disciplinas, como Física e Biologia, como também verificamos que haviam relações estabelecidas a partir da atividade experimental realizada anteriormente com os estudantes.

Mapa Conceitual 02: Neste segundo MC produzido, os estudantes dos grupos 02 e 05 incluíram o conceito termoquímica nos MC, indo do critério NIC para CP. Os grupos 01 e 04 passaram do critério NIC para CT. O grupo 03 continuou não incluindo o conceito termoquímica neste MC.

Mapa Conceitual 03: Neste último MC produzido, os estudantes dos grupos 02 e 05 que anteriormente apresentaram CP do conceito termoquímica, agora representam possuir CT deste conceito. Isso se deve ao fato de que no segundo MC não relacionaram o conceito de termoquímica com reações químicas e este com energia, no terceiro MC esta relação é estabelecida demonstrando CT do conceito.

Os grupos 01 e 04 permaneceram no critério CT. O grupo 03 que não havia citado o conceito anteriormente demonstrou CT, colocando o conceito termoquímica como conceito principal, ligando-o em seguida com o conceito calor e reações químicas, preenchendo assim os pré-requisitos da categoria, conforme indicado na tabela 01.

Analisando os resultados obtidos, percebemos uma progressividade na compreensão do conceito termoquímica nestes MC, uma vez que todos os grupos passaram de NIC para CT. Desse modo obtivemos um resultado positivo para essa categoria, evidenciando que o

desenvolvimento da UEPS pode ter contribuído para o processo de aprendizagem, uma vez que atendeu os princípios da diferenciação progressiva, apresentando inicialmente os conceitos mais gerais e progressivamente os mais específicos (Ausubel, 2003; Silveira, 2013; Mendonça, 2012; Moreira, 2017; Parisoto et al., 2016; Souza & Boruchovitch, 2010; Costa Beber, 2018).

Categoria 02: Entalpia

Tabela 3: Análise da categoria Entalpia

Categoria	Mapa Conceitual 1				
	G1	G2	G3	G4	G5
2. Entalpia	NIC	NIC	NIC	NIC	NIC
	Mapa Conceitual 2				
	G1	G2	G3	G4	G5
	CT	CT	CP	CT	CT
	Mapa Conceitual 3				
	G1	G2	G3	G4	G5
	CT	CP	CT	CT	CP

Esta categoria foi estabelecida para verificar a compreensão dos estudantes sobre o conceito “entalpia” que corresponde ao “calor da reação” representada pela “variação Δ ”.

Mapa Conceitual 01: Nenhum grupo apresentou o conceito entalpia no primeiro MC, resultado previsto, pois este conceito geralmente não é trabalhado com esta nomenclatura nas séries anteriores ao 2º ano do Ensino Médio, assim, dificilmente os estudantes incluiriam em seus MC este conceito.

Mapa Conceitual 02: Dos 05 grupos, o grupo 03 CP o conceito de entalpia, os demais grupos CT o conceito. O grupo 03 NIC de variação de entalpia e também não inclui o conceito reação exotérmica e endotérmica, presente nos demais MC. A única relação presente neste MC é de que entalpia é o calor absorvido ou liberado em uma reação, desta forma pode ser incluído no critério CP, os estudantes ainda incluíram novos conceitos presentes na estrutura cognitiva e conseguiram fazer as devidas relações com outros conceitos que também são novos. Assim, podemos inferir que a metodologia de ensino utilizada possibilitou a incorporação de novos subsunçores na estrutura cognitiva dos estudantes (Mendonça, 2012; Costa Beber et al., 2018).

Mapa Conceitual 03: Os grupos 01 e 04 seguiram no critério CT, o grupo 03 que anteriormente CP passou a demonstrar que CT o conceito entalpia. Os grupos 02 e 05 que anteriormente representaram CT do conceito de entalpia demonstraram neste terceiro mapa CP, a alteração na classificação do MC deve-se ao fato de que anteriormente, os grupos 02 e 05 apresentaram os conceitos variação de energia, reação exotérmica e endotérmica, e estes conceitos não aparecem no MC 03, apresentando entalpia somente como calor absorvido e liberado.

Uma vez apresentado o conceito entalpia no segundo mapa conceitual podemos considerar que os estudantes compreenderam este conceito, no entanto, não incluiu novamente no terceiro MC, uma possibilidade para que isso tenha ocorrido é o fato de que os estudantes trabalharam em grupos para produzir os mapas e, desta maneira, as ideias de alguns acabam por sobrepor-se, assim, alguns conceitos anteriormente apresentados não foram incluídos neste mapa. Apesar disso, o grupo que não apresentou anteriormente as relações de variação de entalpia, neste MC apresentou.

Mesmo verificando que os MC do grupo 02 e 05 passaram de CT para CP podemos inferir que a ideia essencial da categoria estava correta e, de modo geral, os grupos conseguiram

compreender o conceito entalpia a partir dos pré-requisitos estabelecidos para esta categoria, assim, consideramos que houve compreensão do conceito de entalpia.

Categoria 03: Reação Endotérmica e Exotérmica

Tabela 4: Análise da categoria Reação Endotérmica e Exotérmica

Categoria	Mapa Conceitual 1				
	G1	G2	G3	G4	G5
3. Reação Endotérmica e Exotérmica	NIC	NIC	NIC	NIC	NIC
	Mapa Conceitual 2				
	G1	G2	G3	G4	G5
	CT	CP	CP	CT	CP
	Mapa Conceitual 3				
	G1	G2	G3	G4	G5
	CP	CP	CT	CT	CP

Esta categoria foi estabelecida para verificar se os estudantes compreenderam que: $\Delta H < 0$ significa que a reação é exotérmica e espontânea; $\Delta H > 0$ significa que a reação é endotérmica e não espontânea.

Mapa Conceitual 01: Nenhum dos 5 grupos apresentou este conceito, isto ocorreu provavelmente porque os estudantes não haviam entrado em contato com estes conceitos, explicitamente com esta nomenclatura.

Mapa Conceitual 02: Para este MC, os grupos 01 e 04 CT. Os grupos 02, 03 e 05 apresentaram CP dos conceitos reação endotérmica e exotérmica, pois, apesar de relacionarem reação endotérmica e exotérmica com absorção e liberação de calor, não relacionaram com espontâneo e não espontâneo, nem com variação, isso não indica falha na associação de conceitos, apenas que não seguem a definição da categoria. Segundo Masini e Moreira (2017), a conceitualização e o domínio de um campo conceitual são progressivos. Tanto a construção de conceito como domínio de situações não é instantâneo, é progressivo, lento, com rupturas e continuidades.

Mapa Conceitual 03: Os grupos 01,02 e 05 CP, enquanto os grupos 03 e 04 CT. Os grupos 02 e 05 não apresentaram avanços na compreensão dos conceitos, ficando no mesmo critério anterior. Isso pode justificar-se pelo fato de que na elaboração deste MC, os grupos tiveram pouco tempo para produzi-lo, assim não conseguiram aprofundar os conceitos deixando somente os conceitos mais gerais. Outro motivo pode estar relacionado ao próprio debate que ocorre nos grupos, que acabam, às vezes, negociando os significados e demonstrando certa dificuldade em encontrar consenso, neste sentido, isto não pode ser considerado um retrocesso na aprendizagem, nestes casos, o professor deverá proporcionar novas situações para esclarecer eventuais equívocos conceituais.

O grupo 03 apresentou avanço na compreensão dos conceitos, anteriormente não haviam estabelecido relação com variação de energia, neste MC conseguem fazer ligações com esses conceitos e com espontaneidade, houve progressividade, ou seja, “novos conhecimentos foram adquiridos e ancorados em um conjunto de conhecimentos prévios adquiridos e relevantes na estrutura cognitiva” (Moreira & Masini, 2001; Mendonça, 2012).

Categoria 04: Entalpia padrão de formação

Tabela 5: Análise da categoria Entalpia Padrão de Formação

Categoria	Mapa Conceitual 1				
		G1	G2	G3	G4
	NIC	NIC	NIC	NIC	NIC
4. Entalpia Padrão de Formação	Mapa Conceitual 2				
	G1	G2	G3	G4	G5
	NIC	CP	NIC	CP	NIC
	Mapa Conceitual 3				
	G1	G2	G3	G4	G5
	CP	NIC	CP	CT	NC

Os estudantes deveriam compreender que entalpia de formação está relacionada com a energia das substâncias, além de compreender que os valores de entalpia de reação foram obtidos experimentalmente a partir de seus átomos formando substâncias elementares e que pode ser utilizado para calcular a entalpia de reação.

Mapa Conceitual 01: Neste mapa nenhum estudante apresentou o conceito, tal como não ocorreu no primeiro MC da categoria 3.

Mapa Conceitual 02: Os grupos 01,03 e 05 continuaram não apresentando o conceito em seus MC, os grupos 02 e 04 apresentaram CP deste conceito.

Mapa Conceitual 03: O grupo 02 NIC, os grupos 01 e 03 CP, o grupo 05 NC e o grupo 04 CT.

A maioria dos grupos não apresentou CT deste conceito, presumimos que isso deve-se ao fato deste conceito ser de difícil contextualização com a temática “alimentos”. Os estudantes apresentaram dificuldade em compreender os valores tabelados, sendo necessário repetir diversas vezes os exemplos, porém, a falta de relação com a temática não despertou a atenção dos estudantes. O ensino se consuma quando o significado que o aluno capta do conteúdo é o significado que o professor tenha para esse aluno e que é o significado aceito no contexto da matéria de ensino (Gowin, 1981), ou seja, não conseguimos demonstrar o significado do conceito relacionando com a temática, desta maneira os estudantes também não conseguiram internalizar e fazer relações com os subsunçores já presentes em sua estrutura cognitiva. Logo, este resultado era esperado.

Podemos destacar a evolução do grupo 04, que no primeiro MC NIC, no segundo MC passa a CP, apresentando substâncias simples em seu estado elementar, e no terceiro MC CT, apresentando até mesmo a fórmula para o cálculo da Entalpia Padrão de Formação. Isso evidencia a ocorrência da aquisição de conhecimentos, com formação e assimilação de novos conceitos (Ausubel, 2003). Conforme preconizam Moreira e Masini (2001) quando afirmam que a aprendizagem subordinada ou combinatória ocorre quando novos conhecimentos são adquiridos e se ancoram em um conjunto de conhecimentos prévios adquiridos e relevantes na estrutura cognitiva.

Categoria 05: Energia de Ligação

Tabela 6: Análise da categoria Energia de Ligação

Categoria	Mapa Conceitual 1				
		G1	G2	G3	G4
	NIC	NIC	CP	NIC	NIC
	Mapa Conceitual 2				
5. Energia de Ligação	G1	G2	G3	G4	G5
	CP	CP	NIC	NIC	CP
	Mapa Conceitual 3				
	G1	G2	G3	G4	G5
	NIC	CP	CP	CP	CP

Nesta categoria buscou-se verificar se os estudantes compreendem que existe energia envolvida na formação ou quebra de ligações, que a formação de ligação envolve liberação e quebra envolve absorção de energia e relacionar energia de ligação com estabilidade dos átomos.

Mapa Conceitual 01: Os grupos 01, 02, 04 e 05 NIC. O grupo 03 CP.

Mapa Conceitual 02: Os grupos 01, 02 e 05 apresentaram CP, ou seja, demonstram evolução na compreensão dos conceitos, uma vez que anteriormente NIC.

Os grupos 03 e 04 NIC. O grupo 04 continuou demonstrando não compreender o conceito, o grupo 03 que anteriormente CT, neste segundo mapa NIC, entendemos que isto não significa que eles deixaram de compreender o conceito, este conceito provavelmente continua presente na estrutura cognitiva, entretanto, por motivos que não sabemos definir, o conceito não foi incluído novamente. O que pode ter acontecido é que neste MC, priorizaram outros conceitos esquecendo-se deste, o que é natural, uma vez que o esquecimento é uma continuidade natural da aprendizagem significativa e é importante não confundir aprendizagem significativa com o que nunca se esquece (Masini & Moreira, 2017).

Mapa Conceitual 03: O grupo 01 NIC, já os grupos 02, 03, 04 e 05 CP o conceito porque não apresentam a relação de ligação com estabilidade dos átomos, porém, compreendem que existem moléculas com ligações mais difíceis ou mais fáceis de serem quebradas e que isso influencia na quantidade de energia liberada.

Categoria 06: Entropia

Tabela 7: Análise da categoria Entropia

Categoria	Mapa Conceitual 1				
		G1	G2	G3	G4
	NIC	NIC	CP	NIC	NIC
	Mapa Conceitual 2				
6. Entropia	G1	G2	G3	G4	G5
	NIC	CP	CP	CP	CT
	Mapa Conceitual 3				
	G1	G2	G3	G4	G5
	CP	CP	CP	CT	CP

Com esta categoria buscamos verificar se os estudantes relacionam espontaneidade com entropia e se compreendem que entropia está relacionada com a mudança de estado físico nas reações.

Mapa Conceitual 01: Nenhum grupo inclui o conceito entropia nos MC.

Mapa Conceitual 02: O grupo 01 continuou NIC. Os grupos 02, 03, 04 e 05 demonstraram CP, ou seja, conseguem relacionar o novo conceito com o subsunçor adequado assimilado anteriormente, havendo ampliação na compreensão deste comparado ao primeiro MC elaborado.

Mapa Conceitual 03: Os grupos 01, 02, 03 e 05 demonstraram CP este conceito, ou seja, apresentam as mesmas relações feitas anteriormente, sem nenhuma nova relação ou novo conceito. O grupo 04 passou de CP para CT, uma vez que conseguem fazer as relações estabelecidas nessa categoria, ou seja, progressivamente este conceito foi ganhando novos significados até chegar à relação esperada e definida nesta categoria.

Categoria 07: Energia Livre de Gibbs

Tabela 8: Análise da categoria Energia Livre de Gibbs

Categoria	Mapa Conceitual 1				
		G1	G2	G3	G4
	NIC	NIC	CP	NIC	NIC
	Mapa Conceitual 2				
7. Energia Livre de Gibbs	G1	G2	G3	G4	G5
	NIC	NIC	NIC	NIC	CP
	Mapa Conceitual 3				
	G1	G2	G3	G4	G5
	CP	NIC	NIC	CP	NIC

Com esta categoria esperamos verificar se os estudantes compreenderam que a entalpia e a entropia precisam ser utilizadas conjuntamente para definir espontaneidade ($\Delta G < 0$ espontâneo e $\Delta G > 0$ não espontâneo).

Mapa Conceitual 01: Nenhum grupo apresentou este conceito.

Mapa Conceitual 02: Os grupos 01, 02, 03 e 04 NIC, isso se deve ao fato de que comentamos rapidamente, sem fazer nenhuma relação mais aprofundada, pois o objetivo era apenas que os estudantes compreendessem que os conteúdos ensinados até o momento, juntos, chegavam nessa relação chamada de Energia Livre de Gibbs, mas que não utilizariam a fórmula para nenhum cálculo, apenas para relacionar os conceitos. O grupo 05 inclui o conceito e verificamos que os estudantes CP, ou seja, apresenta a fórmula da Energia Livre de Gibbs e fazem relação com ΔG .

Mapa Conceitual 03: Os grupos 01 e 04 CP. Os demais grupos NIC. Novamente, acreditamos que o tempo para produção deste MC fez com que os estudantes dessem prioridade a incluir os conceitos que foram mais aprofundados durante as aulas, como explicitado anteriormente, Energia Livre de Gibbs foi apenas comentado como uma conclusão da junção dos demais conceitos, dessa forma era esperado que alguns pudessem esquecer de incluí-lo em seus MC.

Categoria 08: Termoquímica e Alimentos

Tabela 9: Análise da categoria Termoquímica e Alimentos

Categoria	Mapa Conceitual 1				
		G1	G2	G3	G4
	CP	CP	CT	CP	CP
	Mapa Conceitual 2				
	G1	G2	G3	G4	G5
	CP	CP	CP	CP	CP
	Mapa Conceitual 3				
	G1	G2	G3	G4	G5
	NIC	CP	CT	CT	CP

Para finalizar determinamos esta categoria para verificar se e como os estudantes relacionam os conceitos de termoquímica com as principais moléculas dos nutrientes: proteínas, carboidratos e lipídeos, e qual a compreensão sobre consumo e gasto calórico (metabolismo basal, alimentação e atividade física).

Mapa Conceitual 01: Os grupos 01, 02, 04 e 05 CP o conceito, ou seja, fazem relações que indicam inclusive compreensão da atividade experimental, porém, não relacionam com consumo e gasto calórico. O grupo 03 CT o conceito, fazendo as relações definidas nesta categoria.

Mapa Conceitual 02: Todos os grupos CP.

Mapa Conceitual 03: O grupo 01 NIC, os grupos 02 e 05 CP e os grupos 03 e 04 CT.

Definimos esta categoria para verificar se os estudantes conseguiriam relacionar a temática da UEPS com os conceitos apresentados em todas as etapas. Durante toda a abordagem teórica sempre fizemos relação dos conceitos com a temática “alimentos”, e ainda, ao final da UEPS os estudantes realizaram uma pesquisa que possibilitou ampliar ainda mais conceitos relacionados à temática, como metabolismo basal relação da prática de atividade física e alimentação com o melhor funcionamento do organismo e consequentemente melhora da saúde.

Os resultados apresentados nos MC sugerem que houve progressividade na compreensão, embora alguns MC não apresentem os conceitos da maneira estabelecida nessa categoria, os resultados do progresso do conhecimento são muito satisfatórios, os estudantes compreenderam a relação da química e da termoquímica nos alimentos, bem como no organismo, e se mostraram interessados e motivados a entender a contextualização do assunto. Podemos sugerir que a não apresentação dos conceitos nos MC se deve ao curto tempo disponibilizado para a elaboração e discussão em grupo o que fez com que optassem pelos conceitos principais. No entanto, todos os grupos em algum MC apresentaram relações corretas com o que foi discutido em sala de aula e isso é muito importante na aprendizagem significativa.

Conforme Masini e Moreira (2017), predisposição para aprender não significa simplesmente motivação, mas sim que por alguma razão o aluno quer aprender significativamente determinado conteúdo. Isso depende muito dos materiais instrucionais, que devem ser potencialmente significativos e das estratégias de ensino.

Mapas Conceituais e Aprendizagem

A partir dos resultados acima apresentados, ilustraremos esta discussão apresentando alguns dos MC produzidos pelos estudantes nas três diferentes etapas. Os MC selecionados são

os que melhor demonstram a progressividade da compreensão dos conceitos trabalhados durante a UEPS. Salientamos que não existe grande diferença em termos de evidências de aprendizagem significativa, nos MC produzidos por todos os grupos, resultados estes já apresentados na análise das categorias.

Destacamos também que não escolhemos os MC destes grupos porque estão classificados como “certo” ou “errado”, concordamos com Moreira (2005) quando este afirma que os MC representam os significados pessoais, tem caráter idiossincrático, por isto, tendem a revelar satisfatoriamente o que foi e o que não foi compreendido pelos estudantes dos conceitos trabalhados. Conforme Moreira e Buchweitz (1987, *apud* Araújo et al, 2003) não se pode dizer que um mapa esteja mais certo que outro, mas pode-se inferir qual tipo de percurso e de material utilizado pode levar a uma melhor construção de conceitos.

Algumas considerações sobre os MC1 – primeiro mapa conceitual

Os MC1 foram produzidos antes do estudo do tema, assim, os estudantes utilizaram os subsunçores presentes em sua estrutura cognitiva, provenientes dos seus conhecimentos de Física e Biologia. Os estudantes NIC ou apresentaram CP ou CT de outros conceitos, conforme mostrado nas figuras 1 e 2. O MC1 do G3 demonstra CP do conceito de energia de ligação (em elipse tracejada preto) e CT do conceito termoquímica e alimentos, enquanto que no MC1 do G4, os estudantes apresentam CP desta categoria e NIC para os demais, conforme discutido.

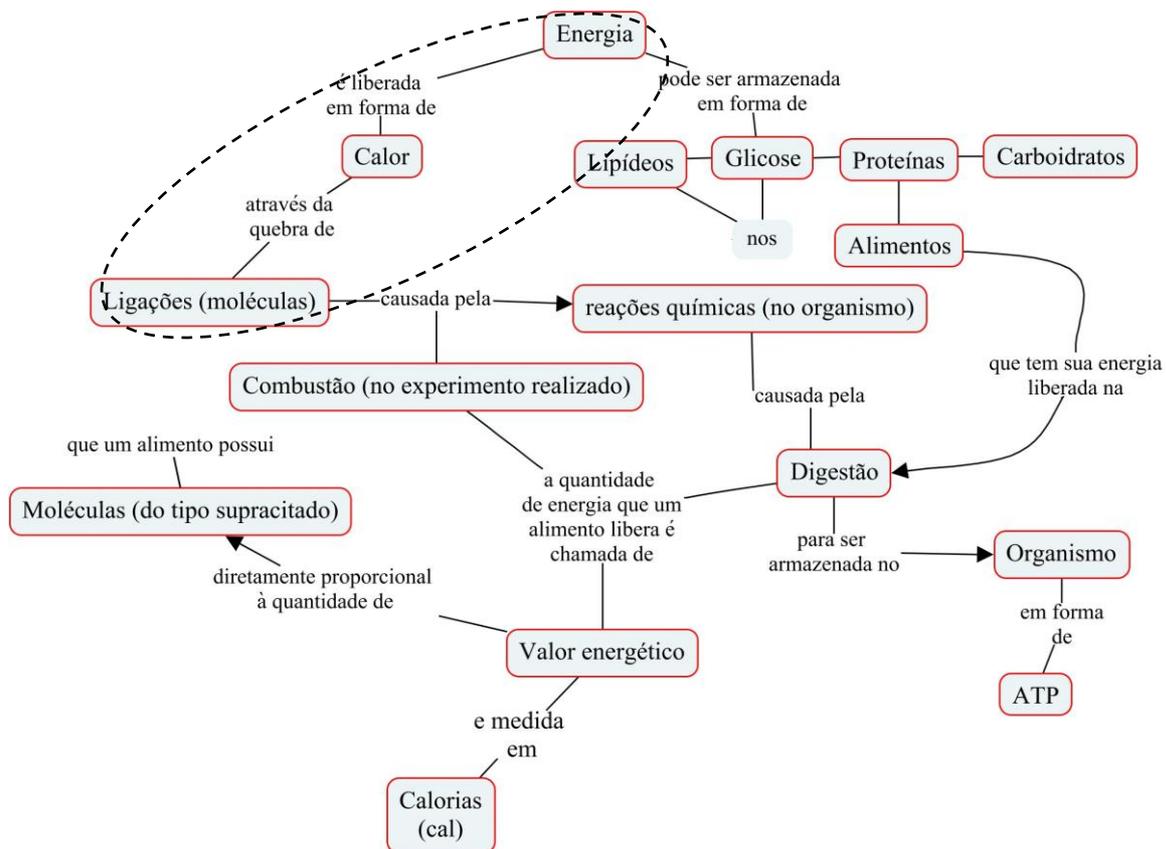


Figura 1 – MC1-G3

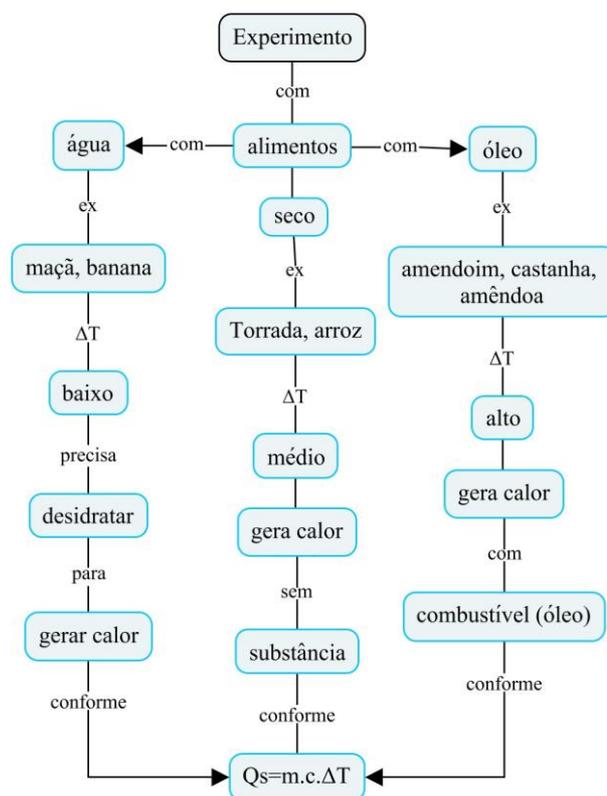


Figura 2 – MC1 – G4

Algumas considerações sobre os MC2 – segundo mapa conceitual

Os MC 2 foram produzidos após explanação dos conceitos científicos de Termoquímica relacionando com a temática Alimentos, conforme proposta da UEPS. Nestes MC já podemos evidenciar progressividade na compreensão dos conceitos pelos estudantes, conforme Silva e Souza (2007) devemos enfatizar a importância da evolução conceitual no contexto da aprendizagem significativa, esta evolução conceitual dar-se-á quando o estudante for capaz de assimilar os significados cientificamente aceitos e utilizá-los na situação na qual for pertinente. O G3 anteriormente não incluiu alguns conceitos no MC1, neste, já apresenta CP acerca de reação endotérmica e exotérmica, conforme mostrado na elipse tracejada, e entalpia e entropia, conforme mostrado no retângulo pontilhado (figura 4). Já o G4 (MC2 da figura 5) apresenta CT e CP da maioria dos conceitos, os únicos conceitos não inclusos são o de energia livre de Gibbs e energia de ligação, porém, conforme já justificado, não houve relação aprofundada destes conceitos, até porque este não era o objetivo da UEPS, então já se esperava este resultado.

Também podemos dizer que as conexões que os estudantes conseguem apresentar são indicativos de sucesso na aprendizagem (Araújo et al., 2003), pois isso indica que os estudantes conseguiram integrar os subsunçores pré-existentes em sua estrutura cognitiva acerca dos assuntos de Física e Biologia, com os novos conceitos estudados.

O G3 também fez relação de alguns conceitos trabalhados em termoquímica com conceitos anteriormente trabalhados na disciplina, como propriedades coligativas, destacados pelo retângulo com linha contínua.

O G4 apresentou mais relações e conceitos que os demais grupos, no MC2 apresentam o conceito de estado elementar e, como exemplo, o carbono grafite (elipse com linha contínua – figura 5), que foi citado em sala de aula. Também há destaque para o estado padrão das

Ao analisar o conjunto de MC elaborados nesta última etapa observamos ampliação na compreensão dos conceitos estudados. A principal delas é o fato de os estudantes conseguirem relacionar termodinâmica com termoquímica, isso indica claramente que os subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos estudantes ancoraram os novos conhecimentos, princípio básico da aprendizagem significativa, evidência que ocorreu interação entre o novo conhecimento e o já existente, e que ambos se modificaram. Os subsunçores adquirem novos significados e se tornam mais estáveis, de maneira que a estrutura cognitiva vai se modificando e constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa conforme pondera Moreira (2005, 2017). Esta evidência está presente nos MC 3 dos grupos G3 (figura 6) e G4 (figura 7).

Ambos os MC apresentam CP ou CT dos conceitos estabelecidos nas categorias, principalmente dos conceitos mais gerais, como reações químicas, espontaneidade, entalpia, entropia e calor de reação, nos quais houve mais ênfase durante as aulas expositivas e o mesmo ocorreu com os demais MC, não incluídos neste artigo de forma ilustrativa. Esta é outra evidência de aprendizagem significativa, pois os estudantes conseguiram fazer as devidas relações a partir de conceitos mais gerais.

O G3 (figura 6) conseguiu estabelecer novas relações neste MC e incluiu conceitos que antes não haviam sido incluídos, como termodinâmica, termoquímica (em retângulo pontilhado), espontaneidade e calor de reação (elipse pontilhada), apresentando CT. Os conceitos de entalpia padrão de formação e energia de ligação apresentam CP.

O G4 (figura 7), que anteriormente NIC de energia de ligação, agora apresenta CP deste conceito, indicado no MC pelo retângulo em linha contínua. O mesmo ocorre com o conceito de energia livre de Gibbs. Em destaque, na elipse pontilhada, a relação entre os conceitos de termodinâmica e termoquímica.

Anteriormente, no MC2 (figura 5), o G4 apresentou um maior número de conceitos comparado com o MC3, porém o que se observa é que os estudantes conseguiram agrupar os conceitos principais e mais relevantes no MC3, deixando os conceitos de maneira hierárquica. Conforme Moreira (2005), mapas conceituais não buscam classificar conceitos, mas sim relacioná-los e hierarquizá-los, sempre deve ficar claro no mapa quais os conceitos contextualmente mais importantes e quais os secundários ou específicos. Isso significa que os estudantes conseguiram internalizar os conceitos e fazer as devidas relações necessárias, pois seguindo a progressividade da compreensão, podemos observar que estes conceitos estão presentes na estrutura cognitiva e serviram de ancoradouro para o novo conhecimento, tornando-o principal, porém aquele conceito antes apresentado existe e fez parte da sua evolução conceitual.

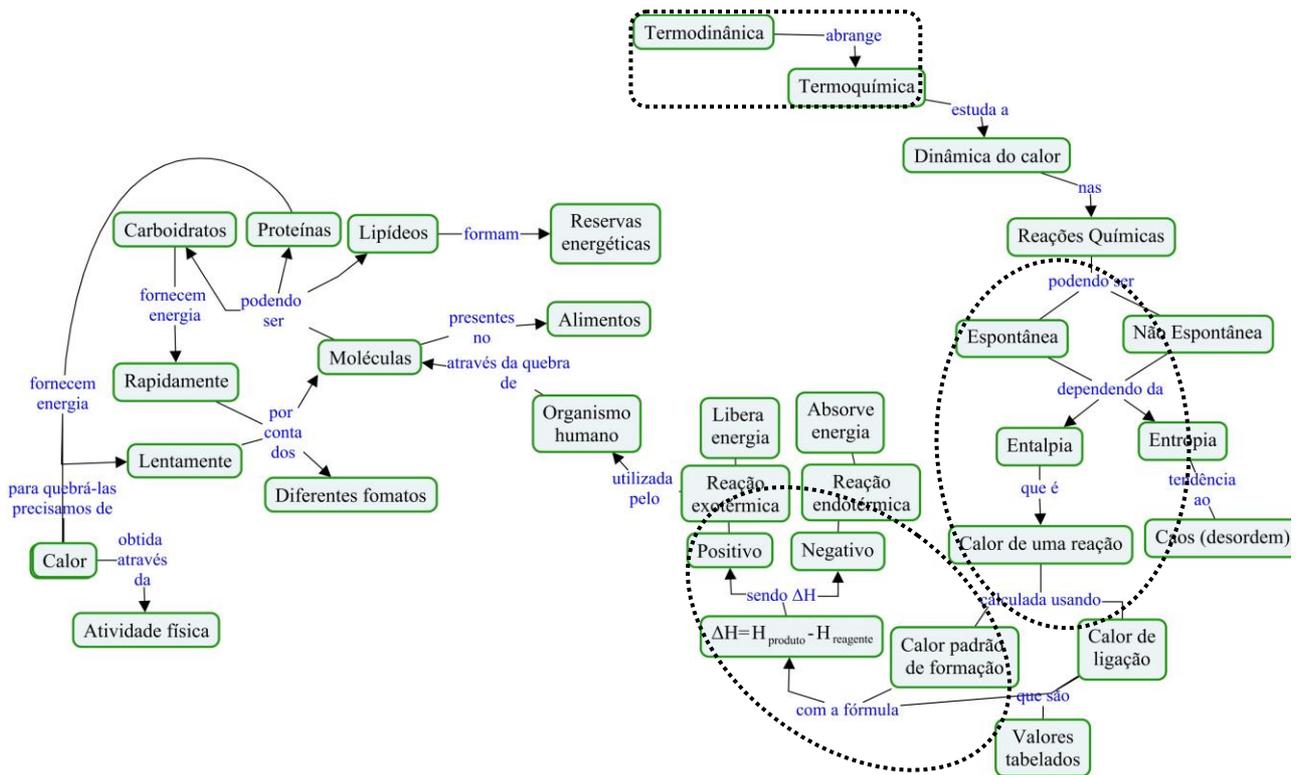


Figura 6 – MC3- G3

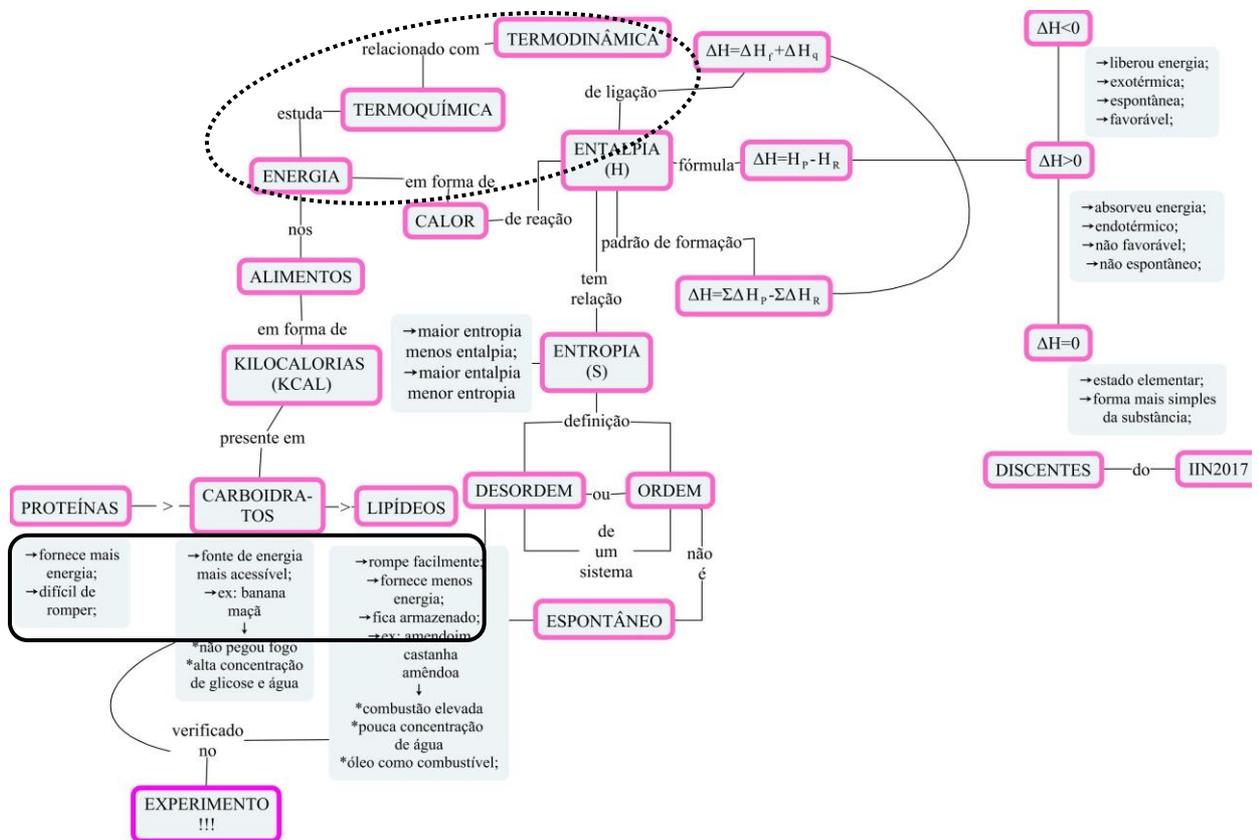


Figura 7 – MC3-G4

Os mapas do G3 e G4, que ilustram a sistematização final da UEPS, demonstram claramente que as aprendizagens sobre os conceitos que integram o conteúdo de termoquímica foram assimiladas, isto certamente, ampara-se no princípio básico da teoria ausubeliana de que o fator que mais influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe. Atendemos este princípio utilizando a abordagem temática e evidenciamos nos mapas conceituais indícios claros de aprendizagem significativa.

A proposta de Mendonça (2012) sobre a elaboração de mapas conceituais em etapas distintas do desenvolvimento de um conteúdo/tema, certamente influenciou nos resultados positivos sobre a aprendizagem e contribuíram para que os pesquisadores pudessem acompanhar os avanços dos estudantes na compreensão dos conceitos amparados no tema que conduziu o ensino e a aprendizagem, isto fica explícito nos mapas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aprendizagem significativa é aquisição de novos conhecimentos com significado, compreensão, criticidade e possibilidades de aplicação desses conhecimentos em explicações, argumentações e soluções de situações-problema, inclusive novas situações. (Masini & Moreira, 2017).

Partindo dessa concepção, acreditamos que o desenvolvimento de uma UEPS utilizando o recurso MC proporcionou aos estudantes a aquisição de novos conhecimentos ancorados em subsunçores adequados. Neste processo os subsunçores foram ampliados pela aprendizagem significativa dos novos conceitos, num processo dinâmico e contínuo conforme preconizam os referenciais da TAS, Ausubel (2003), Moreira (2011, 2012, 2017), Masini e Moreira (2008, 2017).

A elaboração de MC em sala de aula possibilitou aos estudantes autonomia na construção do conhecimento, principalmente quando são produzidos em grupos, pois esta dinâmica permite a discussão de conceitos, troca de ideias e o auxílio mútuo entre os estudantes, tanto no processo de ensinar quanto de aprender. Nesse sentido, observamos que durante a elaboração dos MC, os estudantes debateram, argumentaram e refletiram sobre a melhor forma de organizar os conceitos de modo que estes mostrassem a compreensão de todo o grupo sobre o conteúdo mapeado.

Outro fator importante foi à predisposição dos estudantes em aprender o conteúdo ensinado, fato este que pode estar relacionado com a existência de subsunçores presentes em suas estruturas cognitivas, tais como calor, energia e variação de temperatura, provenientes da Física. Observamos durante a UEPS a importância e a influência provocada por esses subsunçores, uma vez que despertou a curiosidade dos estudantes em estabelecer relações entre os conceitos e, por consequência, a predisposição em aprender. Isso foi, então, apresentado na construção dos MC, onde os estudantes deixaram em evidência essa relação da termodinâmica com a termoquímica. Algumas relações e alguns conceitos não foram mostrados nos MC, mas podemos observar que os conceitos básicos da termoquímica apareceram e foram classificados como CP ou CT. Os demais conceitos não apresentados são conceitos mais complexos da termoquímica e, neste momento, o enfoque não era da compreensão total destes, mas com o objetivo de que os estudantes conseguissem entender os conceitos básicos para adquirirem subsunçores adequados para ancorar novos conceitos no futuro.

Outro aspecto positivo em relação à utilização dos MC no processo de ensino e aprendizagem relaciona-se ao fato de que esses estudantes já dominavam parcialmente a técnica de mapeamento conceitual, isto facilitou a própria utilização do recurso para o desenvolvimento da pesquisa e também o processo de aprendizagem. Por outro lado, uma dificuldade enfrentada

pelos professores pesquisadores em efetivar os MC como um recurso didático está na disponibilidade de um tempo maior em relação a outros recursos, neste sentido acreditamos que a apresentação dos MC após sua elaboração poderia proporcionar aos estudantes maior socialização e aprendizagens.

Ao propor na UEPS a elaboração de MC em três momentos distintos e adotar critérios para análise da progressividade da compreensão dos conceitos (compreende totalmente - CT, compreende parcialmente - CP, não compreende - NC e não inclui conceito - NIC) os pesquisadores conseguiram observar como os estudantes foram progressivamente migrando da não inclusão de determinados conceitos nos MC para a compreensão parcial ou total, neste sentido, destacamos os aspectos transversais do processo de aprendizagem que esta delimitação proporcionou, confirmando os bons resultados ao se utilizar o referencial da TAS em todos os momentos da prática pedagógica, para elaborar, desenvolver e analisar os resultados da UEPS.

Consideramos que outro fator que corroborou com o sucesso da aprendizagem dos estudantes está efetivamente relacionado ao emprego de diferentes atividades durante o desenvolvimento da UEPS, as multimetodologias desempenham importante papel porque atendem especificidades de aprendizagens dos estudantes, o somatório de oportunidades favoreceu a aprendizagem comprovada nos MC, sendo este um dos métodos/técnica empregados.

Para finalizar nossas considerações destacamos que a elaboração de MC durante o desenvolvimento da UEPS possibilita aos estudantes evolução na compreensão dos conceitos, esta ferramenta traz inovação para o ensino, permitindo que o estudante aprenda significativamente, preparando-o, não apenas para provas e exames nacionais, mas para adquirir competências dando significado ao conhecimento, tal como um ensino de qualidade deve ser.

6. REFERÊNCIAS

Ausubel, D. P. (2003) *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Trad. Lígia Teopisto. Lisboa: Editora Plátano.

Araújo, A. M. T., Menezes, C. da S., Cury, D., (2003) *Apoio automatizado à avaliação da aprendizagem utilizando mapas conceituais*. XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - NCE - IM/UFRJ.

Bogdan, R. C.; Biklen, S. K. (1994) *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Trad. Maria J. Alvarez, Sara B. dos Santos e Telmo M. Baptista. Porto – Portugal: Porto.

Costa Beber, S. Z. (2018) *Aprendizagem significativa, Mapas Conceituais e Saberes Populares: referencial teórico e metodológico para o ensino de conceitos químicos*. (Tese de doutoramento) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Costa Beber, S.Z; Kunzler, K. R.; Lazarino, S.; Gorla, F. A., Silva da, L. C. A. (2018) Avaliação dos conceitos de equilíbrio químico em uma UEPS utilizando multimetodologias. *Anais do 7º Encontro Nacional sobre Aprendizagem Significativa – 7º ENAS*. Blumenau, SC.

Chassot, A. I. (2011) *Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Editora Unijuí.

Delizoicov, D. Angotti, J. A., Pernambuco, M. M. (2011) *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez.

- Lüdke, M.; André, M. E. D. A. (1986) *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.
- Mendonça, C. A. S. (2012) *O uso do mapa conceitual progressivo como recurso facilitador da aprendizagem significativa em Ciências Naturais e Biologia*. (Tese de doutoramento). Universidad de Burgos, Burgos, Espanha.
- Moraes, R.; Galiazzi, M. do C. (2011) *Análise textual discursiva*. Ijuí: Unijuí.
- Masini, E. F. S, Moreira, M.A. (cols.) (2008) *Aprendizagem Significativa condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor.
- Moreira, M. A. (2011) *Aprendizagem Significativa: a teoria e texto complementares*. São Paulo: Livraria da Física.
- Moreira, M. A. (2012) *Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas v e unidades de ensino potencialmente significativas*. Porto Alegre, Rio Grande do Sul.
- Moreira, M.A. (2017) *Ensino e aprendizagem significativa*. São Paulo: Livraria da física.
- Masini, E. F. S., Moreira, M.A.(2017), *Aprendizagem Significativa na Escola*. Curitiba: CRV
- Novak, J., Gowin, D. B.(1984) *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
- Parisoto, M. F., Moreira, M. A., Moro, J. T., Kilian, A. S., Neto, B. D. (2016), *Utilização de Mapas Conceituais para buscar indícios de aprendizagem significativa na física aplicada à medicina*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias
- Pozo, J. I., Crespo, M. A. G.(2009) *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed.
- Silveira, F. P. R. A. de, (2013) *O uso de mapas conceituais como recurso didático facilitador da Aprendizagem Significativa em Ciências Naturais em nível de Ensino Fundamental*.(Tese de doutoramento). Universidad de Burgos, Burgos, Espanha.
- Souza, N. A., Boruchovitch E. (2010) *Mapas Conceituais: Estratégias de Ensino/Aprendizagem e ferramenta avaliativa*. Educação em Revista.