

O USO DE MAPAS CONCEITUAIS COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE TERMOQUÍMICA

THE USE OF CONCEPTUAL MAPS AS AN INSTRUMENT FOR LEARNING SIGNIFICANT LEARNING IN TEACHING THERMOCHEMISTRY

Aline Carmosina da Silva, QUEIROZ¹
Ayla Márcia Cordeiro, BIZERRA²

Resumo

A utilização de mapas conceituais como instrumento de avaliação da aprendizagem proporciona ao professor o acompanhamento da evolução conceitual do aluno e a identificação do seu nível de compreensão acerca do conteúdo estudado. Nesse viés, este estudo, de natureza qualitativa, objetivou avaliar o processo de aprendizagem significativa no ensino de termoquímica utilizando mapas conceituais como ferramenta avaliativa. Para isso, foi adotada uma sequência didática na qual realizou-se experimentação em uma turma de 2º ano do ensino médio abordando conceitos de termoquímica e utilizou-se mapas conceituais como identificadores de conhecimento prévio e de avaliação da aprendizagem. Diante disso, identificou-se que metade do número de mapas elaborados pelos estudantes expôs conceitos fundamentais contemplados na sequência didática, apresentando proposições com sentido semântico e significado lógico, estruturas bem organizadas, conceitos hierarquizados com termos de ligação entre eles e com subordinação. Assim, conclui-se que o uso de mapas conceituais possibilitou identificar os indícios do desenvolvimento da aprendizagem significativa, configurando-o como uma ferramenta eficiente para a avaliação formativa do discente.

Palavras-chave: Ensino de Química; Aprendizagem significativa; Mapa conceitual.

¹ Mestra em Ensino pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGE) do Departamento de Educação do Campus Avançado Pau dos Ferros (CAPF), da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). Email: alinequeiroz30@hotmail.com

² Doutora em Química (UFC). Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGE/UERN). Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Campus Pau dos Ferros. Email: aylamarcia@yahoo.com.br

Abstract

The use of concept maps as an instrument for learning assessment provides the teacher with the monitoring of conceptual evolution and identification of the level of understanding about the content studied. In this bias, this qualitative study aimed to evaluate the significant learning process in thermochemistry teaching using concept maps as an evaluative tool. For this, a didactic sequence was adopted using experimentation in a class of 2nd year of high school addressing concepts of thermochemistry and the concept maps were used as identifiers of prior knowledge and learning assessment. Therefore, it was identified that half the number of maps prepared by students exposed fundamental concepts included in the didactic sequence, presenting propositions with semantic and logical meaning, well-organized structures, hierarchical concepts with terms of connection between them and subordination. Thus, their use made it possible to identify the signs of significant learning, configuring it as an efficient tool for the student's formative assessment.

Keywords: Meaningful learning; Concept map; Chemistry teaching.

Introdução

O processo de ensino-aprendizagem deve ocorrer de forma coincidente e simultânea, possibilitando a aquisição de conhecimento pelos discentes, assim como a evolução das práticas pedagógicas dos docentes. Todavia, em diversas situações, esse processo continua ocorrendo de forma tradicionalista, sem levar em consideração a participação direta do aluno durante a prática educativa. Nesse viés, apesar das diversas estratégias e metodologias desenvolvidas em pesquisa na área da educação, em especial nas disciplinas de ciências naturais (Química, Física, Biologia), ainda é evidente um ensino realizado de modo mecanizado, tendo como consequência o fato de essas disciplinas serem citadas como difíceis, complexas e abstratas (COSTA; ALMEIDA; SANTOS, 2016; GALVÃO, 2013). Dessa forma, cabe ao professor desmistificar esse tipo de pensamento através do uso de práticas pedagógicas que despertem nesse aluno a compreensão da importância dos conceitos abordados em sala de aula e vinculá-los ao cotidiano em que ele está inserido.

Nesse sentido, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel (1963) apresenta-se de fundamental importância para o ensino de Química, dado que ela se preocupa com a compreensão de informações, conceitos e ideias na estrutura cognitiva do aluno. Essa teoria tem como principal premissa a interação

entre os conhecimentos prévios e os conhecimentos novos, isto é, ela propõe que os conhecimentos anteriores dos alunos sejam utilizados como um recurso para construir uma visão geral do que será estudado, ou melhor, esses conhecimentos servem como um organizador para explicitar ao discente o que ele já sabe e mostrar a relação deles com o novo conhecimento (MOREIRA, 2012).

No entanto, como se observa um sistema de ensino tradicionalista (GAMELEIRA; BIZERRA, 2019), a etapa de avaliação também se mantém de forma tradicional: pautada na aplicação de provas com um sistema numérico de atribuições de notas. Esse sistema de avaliação tradicionalista predomina porque escolas e professores o mantêm como principal método avaliativo, configurando-o como um meio de controle exercido pelos professores sobre os alunos, os quais se sentem obrigados a realizar tal prova por ela ser seu único caminho para uma aprovação (HOFFMAN, 2011). Todavia, torna-se necessário que o professor busque mudanças nesse cenário e agregue no seu planejamento novas estratégias de ensino e de avaliação da aprendizagem.

Diante disso, como forma de avaliação da aprendizagem fazendo uso da TAS, pode-se utilizar a estratégia desenvolvida por Joseph Novak na década de 1970: os Mapas Conceituais³ (MCs). Segundo Moreira (2013), os MCs podem ser muito úteis para facilitar a promoção da aprendizagem, como também para avaliá-la com a análise conceitual. Assim, no presente estudo, objetivou-se avaliar o processo de aprendizagem significativa no ensino de termoquímica utilizando mapas conceituais como ferramenta avaliativa.

É válido ainda ressaltar a relevância em se trabalhar o conteúdo de termoquímica do ponto de vista qualitativo aliado aos MCs, visto que esse conteúdo é comumente explorado quanto aos seus aspectos quantitativos, deixando a desejar os aspectos qualitativos que são a base para que o aluno compreenda e estabeleça relações com o seu cotidiano.

³ “De modo geral, mapas conceituais, ou mapas de conceitos, são diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos” (MOREIRA, 2010, p. 11).
v. 5, n. 2, p. 194-221, 2021

Aporte teórico

Aprendizagem significativa e materiais potencialmente significativos

Para a TAS, proposta por David Paul Ausubel em 1963, a aprendizagem é considerada significativa quando uma nova informação – seja ela um conceito, uma ideia, uma proposição ou um novo conhecimento – adquire significados para o aprendiz por meio de uma espécie de ancoragem em aspectos que são relevantes na estrutura cognitiva do sujeito, ou seja, presentes em sua estrutura de conhecimentos ou de significados com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação (MOREIRA, 2012).

Nessa direção, o conhecimento preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz serve como uma ideia que dá suporte ao novo conhecimento, com isso, a substantividade e não arbitrariedade são aspectos fundamentais para a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011). Conforme o autor dessa teoria, o desenvolvimento dessa aprendizagem envolve a assimilação de novos conceitos e ideias partindo das ideias prévias do sujeito (AUSUBEL, 1963). Dessa maneira, à medida que o conhecimento prévio específico do indivíduo e o novo conhecimento interagem, ocorre uma modificação conceitual, a qual corrobora com significados já existentes, transformando-os em conceitos mais gerais e abrangentes (GUIMARÃES, 2009).

Portanto, para a promoção de uma aprendizagem significativa, o ponto mais relevante que o docente deve considerar é aquilo que o aprendiz já sabe e ensiná-lo de acordo com tais conhecimentos, isto é, ensiná-lo de uma forma que facilite a aquisição de conhecimentos a partir do uso de ferramentas que propiciem a assimilação dos conceitos de maneira significativa. Ainda assim, vale mencionar que averiguar o conhecimento que o aprendiz detém em sua estrutura cognitiva não é uma tarefa simples, tendo em vista que é necessário um mapeamento cognitivo para isso. Também não é fácil aplicar em sala de aula essa teoria de aprendizagem, uma vez que requer a identificação de conceitos básicos, sendo que, em alguns casos, os recursos utilizados não são suficientes por, geralmente, enfatizarem a estimulação da memorização (MOREIRA, 2006).

Para que ocorra esse tipo de aprendizagem, Moreira (2006) sugere que se deve utilizar um material potencialmente significativo e isso envolve dois fatores

principais: 1. a natureza do material; 2. a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz. Desse modo, o material implica a utilização de diversos recursos como livros, aulas, aplicativos etc, que sejam apropriados para a estrutura cognitiva de quem aprende, bem como implica a presença de ideias-âncoras relevantes com as quais esse material possa ser relacionado, que objetivam um relacionamento de forma não arbitrária e não literal. Cabe destacar que o material só pode ser significativo se o aprendiz conseguir atribuir sentido, logo, ele deve querer relacionar os novos conhecimentos a seus conhecimentos prévios, ou seja, tenha a predisposição para aprender (MOREIRA, 2011).

Ademais, a aprendizagem significativa ocorre, em grande parte, durante o percurso da zona cinza. Moreira (2011) esclarece que esta zona é um percurso intermediário entre as aprendizagens: mecânica e significativa, podendo ser denominada como a passagem da aprendizagem mecânica para a significativa. Entretanto, é relevante salientar que isso não ocorre naturalmente, pois o aprendiz necessita de materiais potencialmente significativos; além do mais, são necessários instrumentos que evidenciem e avaliem os indícios do desenvolvimento significativo desta aprendizagem. Desse modo, Ausubel (2000) sugere uma alternativa para verificar a ocorrência da aprendizagem significativa através de tarefas que propõem ao aprendiz uma sequência dependente, isto é, uma tarefa não pode ser executada sem uma genuína compreensão da anterior. Portanto, é no percurso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material se transforma em significado psicológico para o aprendiz (AUSUBEL, 1963).

A esse respeito, Moreira (2011, p. 51) descreve que a avaliação da aprendizagem significativa implica em avaliar a “compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento a situações não conhecidas”. Além disso, o autor destaca que é mais relevante buscar evidências de aprendizagem significativa do que querer determinar se ela ocorreu ou não. Ele ainda menciona que a recursividade permite “que o aprendiz refaça, mais de uma vez se for o caso, as tarefas de aprendizagem” (MOREIRA, 2011, p. 52).

Dentro dessa perspectiva, os mapas conceituais configuram-se como um instrumento capaz de avaliar a ocorrência da aprendizagem significativa e de “evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no

contexto de um corpo de conhecimentos, de uma disciplina, de uma matéria de ensino” (MOREIRA, 2012, p. 2).

Mapas conceituais como instrumento de desenvolvimento e de avaliação da aprendizagem significativa

Os Mapas Conceituais foram desenvolvidos por Joseph Donald Novak, na década de 1970, na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos, como forma de aplicação fundamentada na TAS de David Ausubel (MOREIRA, 2012). E são ferramentas que apresentam a finalidade de demonstrar as relações entre conceitos gerais e específicos, ilustrando a maneira como estão organizados estruturalmente os conceitos de um corpo de conhecimento.

Os MCs apresentam grande importância por serem um instrumento que auxilia o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem, pois, a partir de representações gráficas, possibilitam apresentar a formação de conceitos de forma clara e visualmente atraente e, assim, mostrar a relação de como as ideias estão organizadas na estrutura cognitiva de quem elabora. Além disso, eles também possibilitam a modificação e, por meio disso, a reconstrução do conhecimento com base na incorporação de novas informações à estrutura cognitiva. O maior objetivo desse instrumento é apresentar as relações entre os conceitos unidos por proposições a fim de formar uma clareza semântica. Segundo Tavares (2007, p. 84), essas relações entre os conceitos e a rede de proposições formam uma estrutura esquemática que “pode ser entendida como uma representação visual utilizada para partilhar significados”.

De acordo com Ferracioli (2007), tal organização segue o objetivo proposto por Novak ao sugerir uma aplicação da TAS através de MCs, tendo em vista que a aprendizagem significativa ocorre quando há uma ancoragem entre os conceitos existentes e os novos. Dessa forma, Novak (2010) pensou que os MCs deveriam ocorrer de modo hierárquico. Entretanto, Moreira (2010) salienta que os mapas não precisam necessariamente ter esse tipo de hierarquia. Neles, é importante deixar claro quais os conceitos contextualmente mais importantes e quais os secundários, desse modo, as setas podem ser utilizadas para dar um sentido de direção a determinadas relações conceituais.

Nesse contexto, o mapa conceitual é um recurso versátil e dinâmico para todo o processo de ensino-aprendizagem no âmbito escolar, podendo ser utilizado como recurso didático tanto na avaliação da aprendizagem a fim de investigar os conhecimentos prévios, o que possibilita avaliar o grau de organização, quanto na avaliação da abrangência de conhecimento dos alunos e das relações hierárquicas, o que indica a progressividade da aprendizagem significativa. Já como instrumento de planejamento, o mapa conceitual pode ser utilizado para análise do conteúdo curricular como meio de apresentar estruturas conceituais de forma organizada e de fácil apresentação (MENDONÇA; MOREIRA, 2012).

No tocante ao uso de MCs no processo de ensino-aprendizagem, Araujo (2015) destaca que usar a experimentação associada à construção de MCs pode promover uma apropriação sólida de conceitos, que ainda podem ser modificados ou ampliados pela reelaboração de novos mapas. Nesse viés, conforme muda a compreensão sobre o que está sendo estudado, a aprendizagem é transformada e, conseqüentemente, muda o mapa conceitual. Isso confirma, assim, a dinamicidade deste instrumento, o qual reflete a compreensão de quem o faz e quando o faz; e também, por apresentar o foco nos alunos – e não no professor –, proporciona a capacidade de aquisição das habilidades de organizar, relacionar e representar o conhecimento que eles detêm por meio de relação entre os conceitos (MENDONÇA; MOREIRA, 2012).

Enquanto Souza e Boruchovitch (2010) expõem que os MCs, utilizados como estratégia de ensino-aprendizagem, apresentam particularidades relevantes, a saber: (a) reduzem as preocupações referentes ao ensinar face ao compromisso com a promoção de condições e oportunidades para que os alunos aprendam; (b) rompem a ideia de que o professor fica à frente da turma e apenas ele fale enquanto os alunos escutam; (c) concentram-se no aluno e não no professor; (d) predispõem para o trabalho coletivo e colaborativo; (e) valorizam os conhecimentos prévios, utilizando-os para a ampliação de conceitos; (f) evidenciam a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa processadas pelo aprendiz.

Como instrumento avaliativo da aprendizagem, os MCs podem ser utilizados a fim de adquirir do aprendiz a visão de como estão organizados os conceitos sobre um dado conhecimento, ou seja, seu uso “trata-se basicamente de uma técnica não

tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno” (MOREIRA, 2010, p. 17).

Sobre isso, Lima (2017, p. 26) destaca, ainda, que a utilização de MCs como instrumento de avaliação pretende analisar a elaboração da estrutura cognitiva do aprendiz, isto é, considera os aspectos de como o aluno “organiza, hierarquiza, integra e relaciona os conceitos explorados durante o estudo de uma unidade didática”. Ademais, eles possibilitam que o aprendiz demonstre a ocorrência da aprendizagem significativa por meio do grau de relações que é estabelecido entre os conceitos.

Desse modo, conforme o exposto, observa-se que o uso de mapas conceituais configura-se como uma estratégia facilitadora da aprendizagem significativa, devendo ser parte de um processo construtivo realizado pelos alunos com a mediação do professor que objetiva o amadurecimento cognitivo do aprendiz.

Metodologia

Caracterização da pesquisa

A pesquisa seguiu a abordagem qualitativa em vista de que não houve a intenção de apresentar dados numéricos, mas sim de aprofundar e organizar o conhecimento dos sujeitos participantes do estudo devido ao caráter descritivo dos dados (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Para isso, como procedimento, fez-se uso da pesquisa-ação, que se caracteriza pelo envolvimento ativo do pesquisador e a ação por parte das pessoas envolvidas na pesquisa, como também pela busca de elementos que promovam mudanças na realidade dos sujeitos (GIL, 2002).

Contexto e participantes

A intervenção foi desenvolvida em uma escola pública do Estado do Rio Grande do Norte (RN), que estruturalmente apresenta carências, em especial, no Laboratório de Ciências. Este possui um armário destinado a alguns equipamentos e vidrarias, disponíveis em pouca quantidade e alguns deles inadequados para procedimentos, pois encontram-se danificados. O espaço de forma geral é direcionado para outros fins, por exemplo servir de almoxarifado e depósito.

Além disso, com relação ao contexto do ensino de ciências, a abordagem didática utilizada pelo docente regente se dá por meio de exercícios e não de atividade prática/experimental na disciplina, fato levantado através de questionário. A falta da experimentação nas aulas de Ciências Naturais é comum e justificada pela ausência de recursos suficientes para o desenvolvimento das atividades. Porém, a experimentação não está limitada à existência de laboratórios, tendo em vista que a própria sala de aula pode servir como espaço, utilizando materiais de baixo custo.

Nesse contexto, o primeiro contato com a direção escolar junto ao professor da disciplina ocorreu antes da aplicação da proposta, a qual foi apresentada para ambos e, então, o espaço escolar foi cedido pelo professor regente para a intervenção da pesquisadora. De tal modo, quanto aos sujeitos participantes, realizou-se a aplicação de uma Sequência Didática⁴ (SD) sobre o conteúdo de Termoquímica, em uma turma do 2º ano do ensino médio composta por 40 alunos, sendo 28 do sexo feminino e 12 do sexo masculino, com faixa etária entre 15 e 19 anos.

É importante deixar claro que, no presente estudo, priorizou-se as questões éticas, portanto, todos os sujeitos da pesquisa foram orientados, com fundamento nos Termos de Consentimento Livre e Esclarecidos (TCLE) e Termos de Assentimentos Livre e Esclarecidos (TALE), sobre: a participação voluntária e os objetivos e benefícios inerentes a tal participação neste trabalho. Além disso, ressalta-se que a identificação dos sujeitos está mantida em pleno sigilo e anonimato.

Atividades realizadas

Para o início da aplicação da SD, realizou-se uma discussão a respeito dos MCs por meio de uma oficina desenvolvida, seguindo como referência base os pressupostos de Moreira (2010), em um período de 2 horas/aulas (h/a). Nesse

⁴ As Sequências Didáticas (SD) são um conjunto de atividades articuladas e elaboradas com a finalidade de cumprir com objetivos a serem alcançados tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998). A partir delas, pois, se pode avaliar a relevância de cada atividade elaborada ou a necessidade de modificar o planejamento com o acréscimo de outras atividades (FONSECA, 2005).

momento, teceu-se discussões a respeito de todos os critérios para a construção de MCs, dando ênfase: a identificação dos conceitos chaves do conteúdo a ser mapeado; a ordenação dos conceitos; a estrutura quanto à relação entre conceitos por meio de linhas e palavras-chave a fim de sugerir uma proposição; o uso de setas para seguimento gradual dos conceitos; o uso de exemplos; a apresentação de mapas conceituais; e a produção de mapas conceituais.

Após isso, a SD desenvolvida foi consolidada em uma carga horária total de 12 h/a, sendo realizada em 2h/a semanais. Nesse semento, estruturou-se a SD em quatro momentos contemplados no Quadro 1 a seguir, no qual apresenta-se a síntese das atividades realizadas com os alunos.

Quadro 1: Atividades desenvolvidas durante a sequência didática sobre Termoquímica.

Momentos	Atividades	Desenvolvimento	Carga horária
I	Identificação dos conhecimentos prévios	Discussão acerca do que os alunos entendiam sobre o estudo da Termoquímica. Após a discussão, os alunos se reuniram em grupos e organizaram seus conhecimentos prévios em um mapa conceitual, totalizando a produção de 6 (seis) MCs.	2h/a
II	Introdução temática	Discussão a partir da análise de rótulos alimentícios, objetivando observar se os alunos conseguiam relacionar as informações alimentares com o conteúdo introduzido nos MCs prévios; Aula dialogada a fim de discutir os conceitos químicos apontados pelos alunos nos MCs prévios (calor, temperatura, ideia de sensação térmica). Para isso, foi utilizado água em temperaturas diferentes (quente e fria) a fim de que os alunos, ao entrarem em contato com o material, pudessem explicar qual a sensação e a diferença entre elas. A partir disso, discutiu-se sobre os conceitos dos processos endotérmicos e exotérmicos.	4h/a
III	Atividade experimental	Confecção de um calorímetro com materiais de baixo custo, objetivando discutir e visualizar os conceitos e os processos mencionados nos momentos anteriores; além de aplicar a equação fundamental da calorimetria ($Q = m \cdot c \cdot \Delta T$), para simular a obtenção da quantidade calórica dos alimentos (amendoim, castanha de caju, castanha do Pará).	2h/a
IV	Elaboração dos mapas conceituais	Produção dos MCs finais realizada em grupos, totalizando a produção de 10 (dez) MCs. O objetivo da produção dos mapas foi de observar se os alunos abordariam todos os conceitos construídos ao longo da SD com suas relações discutidas.	4h/a

Fonte: Elaboração própria (2020).

Instrumentos de coleta e análise de dados

Como instrumento de coleta de dados, utilizou-se os MCs produzidos pelos alunos durante o desenvolvimento da SD. As análises dos dados coletados foram realizadas após aplicação de todos os procedimentos de pesquisa, que se caracterizam desde o levantamento dos conhecimentos prévios até a experimentação aliada à construção dos mapas.

De tal modo, nessa fase da pesquisa, empregou-se a técnica de análise de conteúdo para o tratamento dos resultados oriundos durante o processo de intervenção. Essa forma de tratar e examinar dados diz respeito a um conjunto de técnicas de análise das comunicações que realiza um tratamento das ideias contidas nas mensagens descritas. “A intenção da análise de conteúdo é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente, de recepção), inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não)” (BARDIN, 2011, p. 38). Segundo Bardin (2011), há três fases cronológicas necessárias na organização dos dados: I. a pré-análise; II. a exploração do material; III. o tratamento dos resultados, a interferência e a interpretação.

É válido ressaltar que a análise desses mapas não foi realizada no sentido de mensurar pontuação para atribuição de notas ou de testar o conhecimento dos discentes, mas de averiguar o desenvolvimento do aspecto cognitivo deles. Deste modo, foram verificados critérios estruturais quanto a organização hierárquica dos conceitos, formação de proposições, modificação conceitual dos conhecimentos prévios, relações conceituais significativas, entre outros critérios apontados na discussão dos resultados deste trabalho.

Nesse sentido, tendo como base a apresentação dos mapas, e conforme os critérios avaliados, foram elaboradas duas categorias para os seis mapas conceituais dos conhecimentos prévios, que são:

*Categoria A: Mapas conceituais que evidenciam a presença de subsunçores relevantes e relações conceituais significativas. Nessa primeira categoria, foram apresentados três mapas com boa estrutura, conhecimentos prévios relevantes com formação de proposições válidas para o desenvolvimento da SD.

*Categoria B: Mapas conceituais que evidenciam a presença de subsunçores relevantes sem identificação de relações conceituais significativas. Nessa segunda

categoria, contendo também três mapas, os alunos demonstraram possuir conhecimento prévio sobre o conteúdo a ser estudado, mas não conseguiram organizar as ideias seguindo a estrutura de um MC, logo, as relações conceituais ficaram mais soltas, sem relações entre os conceitos por meio do uso de termos de ligação em algumas situações.

Para a avaliação da ocorrência da aprendizagem significativa, foram categorizados os dez mapas conceituais finais da pesquisa em duas categorias e uma subcategoria, contendo cinco mapas na primeira, dois na segunda e três na subcategoria, que seguem:

*Categoria A: Mapas conceituais que evidenciam a construção de conceitos e de relações conceituais significativas. Nessa categoria, os MCs apresentam conceitos fundamentais sobre o conteúdo de Termoquímica, como por exemplo o conceito geral de Termoquímica e os conceitos caloria, calor, temperatura, equilíbrio térmico, entre outros, evidenciando proposições e relações com significado, além de alguns mapas incluírem relações cruzadas e alguns exemplos.

*Categoria B: Mapas conceituais com baixa formação de proposição conceitual. Essa categoria reúne mapas com proposições corretas, no entanto, são poucas as relações conceituais que os grupos fizeram sobre o conteúdo estudado. Nela, encontra-se a Subcategoria B1: Mapas conceituais que apresentam estrutura inadequada e baixa diferenciação progressiva. Na subcategoria, os mapas não exibem elementos estruturais suficientes para se considerar um MC, visto que trazem termos de ligações ora extensos, ora ausentes, sem formação de proposição conceitual com sentido semântico, além de disporem de pouca diferenciação progressiva, isto é, baixa subordinação entre os conceitos.

Com relação à construção dos MCs, os alunos usaram lápis e papel A4, mas, para apresentá-los, neste artigo, utilizamos o *software Cmap Tools*, seguindo a composição de cada mapa na íntegra: a estrutura, os conceitos e, também, os erros ortográficos. Ainda é relevante destacar que a produção de todos os MCs foi realizada em grupos, em virtude do número de discentes na turma, buscando priorizar sempre a formação dos mesmos grupos na realização das atividades. A respeito disso, Moreira, Soares e Paulo (2008) citam que os MCs são instrumentos que podem ser usados para desenvolver a interação pessoal dos alunos a partir de

atividades cooperativas/coletivas com os colegas, isso porque eles passam a desenvolver melhor as ideias em grupos pequenos.

Resultados e Discussão

A seguir, são descritos e discutidos os dados obtidos com base nas análises dos mapas conceituais confeccionados pelos estudantes em dois momentos: antes da realização da SD, em que são exibidos os conhecimentos prévios⁵, e depois da SD, em que é perceptível a evolução do conhecimento deles. Contudo, como o objetivo do trabalho é apresentar os mapas conceituais como ferramenta de avaliação, serão abordados apenas os mapas produzidos após a aplicação da sequência didática.

Identificação de conhecimentos prévios: um relato da produção dos mapas conceituais

Nessa etapa da análise, observou-se que alguns grupos construíram mapas apresentando conceitos equivocados, mas, em sua maioria, faziam relações significativas, tais como as relações entre: “Termoquímica” com “trocas de energia”; “trocas de calor para o ambiente”. Também identificou-se que os alunos confundiam e/ou não entendiam a distinção entre os conceitos de calor, energia e temperatura, pois, em todos os mapas prévios analisados, eles mencionavam que: “temperatura é definida pela quantidade de calor”; na sequência, relacionavam sensação térmica ao calor e citavam, como exemplo, a medição da temperatura corporal e do derretimento do gelo. Além disso, constatou-se que, para todos os alunos, os conceitos de temperatura e calor são sinônimos.

Verificou-se esse equívoco entre conceitos a partir dos conhecimentos dos estudantes explicitados nos MCs não somente com relação aos conceitos de sensação térmica e calor, mas também entre outras relações, como: a utilização dos termos “+ calor” e “- calor” para exemplificar as sensações de “quente” e “frio”, respectivamente. Desse modo, conforme o exposto, fica evidente que tais relações

⁵ Os resultados oriundos da identificação dos conhecimentos prévios foram publicados nos Anais do V Congresso Nacional de Educação (CONEDU), incluindo a exposição dos mapas conceituais iniciais produzidos pelos alunos.

são reflexos de linguagens do dia a dia deles. Assim, tendo em vista que os alunos relacionaram o conceito de calor a algo quente, evidenciou-se que, para eles, a ideia de calor é pertinente à sensação de quentura, ou seja, um senso comum que está impregnado na sociedade. Esses dados corroboram com os obtidos por Coelho, Silva e Lessa (2017), que investigaram as concepções prévias de alunos sobre temperatura e obtiveram um percentual de 73% de respostas apontando ser essa grandeza física: calor; parte da física; clima; energia em trânsito.

Observou-se, ainda, em um dos mapas prévios, a formação de uma proposição muito relevante e significativa com relação ao conteúdo, em que os alunos elencaram que a “Termoquímica – se define por – troca de calor” e, ao mesmo tempo, fizeram uma relação cruzada para “troca de energia”. No entanto, apesar de relacionarem corretamente o conteúdo à ideia de troca de calor e energia no MC, eles não definem os conceitos nessas relações. Além disso, com essas relações, notou-se que os alunos separaram calor e energia como se fossem conceitos distintos, sendo, na realidade, o calor uma fonte de energia.

Em síntese, tendo como base os dados apresentados, evidenciou-se que os estudantes têm conhecimentos prévios sobre o que deve abordar o estudo do conteúdo de Termoquímica. Embora os conceitos apresentados por eles possam não ser “cientificamente aceitos”, foram considerados relevantes e proveitosos para a iniciação do processo de construção do novo conhecimento, posto que os seus apontamentos nos mapas viabilizam a possibilidade de ancoragem e modificação durante a realização de atividades potencialmente significativas.

Assim, constata-se que a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos é uma etapa fundamental para consolidação da aquisição de conhecimento, além de ser uma forma útil “para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como ‘pontes cognitivas’” (MOREIRA, 2011, p. 105). Além do mais, o conhecimento é dinâmico, ou seja, “a clareza, a estabilidade cognitiva, a abrangência, a diferenciação de um subsunçor⁶ variam ao longo do tempo, ou melhor, das aprendizagens significativas do sujeito” (MOREIRA, 2011, p. 18).

⁶ “Subsunçores seriam, então, conhecimentos prévios especificamente relevantes para a aprendizagem de outros conhecimentos” (MOREIRA, 2011, p. 28).

Avaliação da aprendizagem por meio de mapas conceituais

Para avaliar e averiguar as evidências da ocorrência da aprendizagem significativa como orienta Moreira (2011), categorizou-se os dez mapas conceituais produzidos ao final da pesquisa. Entretanto, pelo número de mapas, serão apresentados, graficamente, apenas o mapa considerado mais significativo de cada categoria, já os demais serão descritos e discutidos.

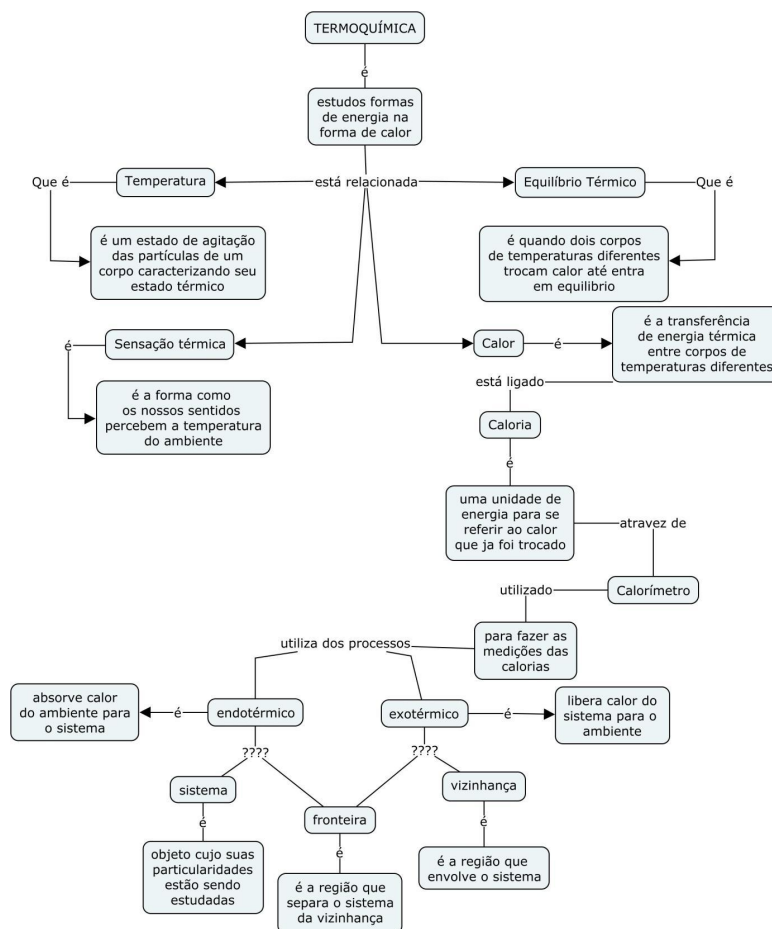
Destaca-se que, em todos os MCs analisados, os alunos adotaram “Termoquímica” como conceito de maior nível hierárquico, seguido dos conceitos: calor, temperatura e sensação térmica. Ademais, alguns grupos elencaram outros conceitos trabalhados na SD, como: equilíbrio químico, processos endotérmicos e exotérmicos, caloria, calorímetro, sistema, fronteira, vizinhança, fenômenos físicos e químicos, entre outros termos. É relevante ressaltar, sobre a estrutura desses mapas, que alguns deles se apresentam com um nível maior de elaboração, mais extensos e detalhados; além da sua organização, em que os conceitos foram adicionados em formas retangulares e com melhor visual, o que reflete na verificação da aprendizagem significativa pelos grupos que produziram tais MCs.

Categoria A: Mapas conceituais que evidenciam a construção de conceitos e relações conceituais significativas

Na primeira categoria, observam-se MCs que apresentam os conceitos fundamentais sobre o conteúdo evidenciando, bem como proposições e relações conceituais com significado, isto é, com conceitos corretos, além de incluírem relações cruzadas e alguns exemplos.

Tem-se, assim, o MC do grupo 1, apresentado na Figura 1 que segue abaixo. O exemplar contempla todos os conceitos discutidos durante a SD, isto é, o grupo apresentou conceitos e definições de: temperatura, equilíbrio térmico, sensação térmica, calor, caloria, calorímetro, processos endotérmicos e exotérmicos, sistema, fronteira e vizinhança, bem como a relação entre esses conceitos.

Figura 1: Mapa conceitual do Grupo 1 da Categoria A.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Na Figura 1, percebe-se que o grupo elencou o que estuda o ramo da Termoquímica ao destacar que: “Termoquímica – é – estudos formas de energia na forma de calor”. No caso, mesmo notando que há erros de concordância gramatical na proposição formada, pode-se considerar que foi compreendido do que trata o estudo do conteúdo discutido durante as aulas anteriores. O grupo também evidenciou que o conteúdo relaciona-se entre si ao discutir sobre os conceitos de temperatura, sensação térmica, equilíbrio químico e calor. E, a partir do conceito de calor, ele fez uma relação para o termo “caloria”, indicando ser “uma unidade de energia para se referir ao calor que já foi trocado”, e segue com a relação apontando que, através do uso de um calorímetro, se pode “fazer as medições das calorias”.

Nesse seguimento, os alunos detalharam, ainda, que o calorímetro configura-se como um equipamento que se utiliza dos processos endotérmico e

exotérmico, ou seja, que se pode perceber a ocorrência desses processos no equipamento, deste modo, eles detalharam corretamente os conceitos de ambos os processos. Em seguida, fazem uma ligação direta sem utilizar termos de ligação para os conceitos de “sistema”, “fronteira” e “vizinhança”, todavia, apesar da ausência desses termos, foi possível compreender o que o grupo queria detalhar e relacionar em vista do que foi discutido em sala de aula. Um ponto relevante dos últimos conceitos apresentados é que os alunos trataram de colocar os conceitos em um mesmo nível hierárquico.

Ademais, essa ausência de termos de ligações é uma situação comum. Consoante Lourenço et al. (2012), isso não significa que não há atribuição de significados com relação ao expressado no mapa, muito pelo contrário, tal ausência pode indicar que o grupo, por ter interiorizado as palavras de ligação, deixou-as subtendidas ou implícitas. Além disso, também pode ter ocorrido um simples esquecimento da necessidade do termo de ligação entre os conceitos, tendo em vista que os alunos, durante toda a estrutura do MC, tiveram a preocupação de dizer “o que é” cada conceito e como “está ligado” ou “relacionado”.

No mais, considera-se que ocorreu uma evolução estrutural dos mapas conceituais, principalmente, quanto aos conceitos, visto que a estrutura cognitiva foi ampliada de forma organizada e, assim, apresentou uma hierarquia conceitual mais estável. Dessa forma, do ponto de vista estrutural, notou-se que os alunos conseguiram apresentar e organizar os conceitos, formar proposições, indicar os termos de ligações, bem como trazer relações cruzadas entre alguns conceitos. Já acerca do ponto de vista conceitual, verificou-se que eles, além de deixarem claro que o estudo da termoquímica relaciona-se ao estudo dos conceitos de calor, temperatura, sensação e equilíbrio térmico, conceituaram esses termos corretamente sob a ótica da ciência, pois, em cada ideia mencionada, evidencia-se a compreensão e capacitação na atribuição de significados.

Nesse viés, observa-se que os alunos conseguiram desenvolver o seu conhecimento prévio, revelando a ocorrência da aprendizagem significativa. De acordo com Moreira (2011, p. 89), esta diz respeito a interação cognitiva que o aprendiz faz entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios, isto é, os conhecimentos modificam-se, assim, “os novos conhecimentos adquirem

significados e os prévios ficam mais elaborados, mais ricos em significados, mais estáveis cognitivamente”, o que foi demonstrado pelos alunos em suas proposições nos novos MCs, agora elaborados de forma mais lógica e completa.

No segundo mapa conceitual desta primeira categoria, o grupo 2 apresentou conceitos com proposições curtas e objetivas, porém significativas. Nesse caso, os alunos evidenciaram que a “Termoquímica – estuda – calor” como foco principal do mapa e, em seguida, a partir da palavra “calor”, deram três direcionamentos a sua produção, os quais são descritos a seguir.

Inicialmente, quanto ao primeiro foco, os alunos definiram que calor seria “a troca de energia térmica – entre – corpos de temperaturas diferentes”, sendo estes frio ou quente, e explicaram que um corpo frio possui “menos calor” e um corpo quente possui “mais calor”; ainda detalharam que, ao se unirem, os corpos entram em estado de “equilíbrio térmico”, conceituando o que seria um estado de equilíbrio térmico.

O outro foco do grupo foi relacionar os processos físicos aos químicos no tocante ao conceito de calor, nesse ponto de vista, a ideia não ficou tão clara no mapa, no entanto, se tornou compreensível o que os alunos quiseram expressar pelo contexto discutido em sala de aula.

Por fim, no terceiro foco do mapa, o grupo expôs o conceito de “calorímetro – usado – para medir calor dos alimentos”, fazendo menção ao que foi realizado na atividade experimental. Nesse seguimento, um ponto interessante foi que o grupo destacou que a medição da quantidade de calor se dá “através da equação – $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ – existindo duas unidades de medida – joule e caloria”. Observa-se, de modo geral, que a ênfase do grupo teria sido apresentar o conteúdo, dando maior importância ao que foi discutido e visualizado durante a atividade experimental.

Esse acontecimento vai ao encontro do que Araujo (2015) ressalta sobre associar a experimentação à elaboração de MCs. Segundo a autora, essa associação possibilita que os alunos tenham uma assimilação mais consistente dos conceitos, proporcionando que estes sejam modificados ou ampliados durante a reelaboração de novos mapas. Ademais, percebe-se que o nível de hierarquização entre os conceitos está em concordância ao que Moreira (2010) sugere, ou seja, conforme o autor, torna-se relevante a hierarquização dos conceitos mais

importantes, para isso, usando as setas a fim de direcionar os conceitos secundários e as determinadas relações conceituais, o que foi bem apresentado pelo grupo em seu MC.

No terceiro MC, os alunos do grupo 3 seguiram um nível hierárquico e conceituaram corretamente que a “Termoquímica – se define por – estudo dinâmico das transformações químicas”. Um aspecto interessante no mapa é que a forma como os alunos o elaboraram não possibilitou que os conceitos destacados “energia”, “temperatura”, “troca de calor” e “equilíbrio térmico” ficassem apresentados em um mesmo nível para, assim, seguir uma diferenciação progressiva entre eles, isso devido à esquematização não ter tido espaço suficiente na posição vertical da folha A4, logo, os alunos não subordinaram nenhum dos conceitos. Para tanto, fizeram relações cruzadas, utilizando o mesmo termo de ligação para expor que o estudo da termoquímica “se relaciona” aos demais conceitos de forma igualitária, sem subordinação.

Além do mais, ainda no terceiro MC, os alunos fizeram uso de exemplos a fim de deixar claro alguns conceitos, assim, para explicar a perda de troca de calor de um corpo, expuseram o seguinte: “o gelo quando é retirado do congelador e é colocado na temperatura ambiente”. No entanto, vê-se que eles se equivocaram no exemplo apresentado, ao colocarem que o gelo perde calor para o ambiente ocasionando o seu derretimento, pois, na realidade, o processo ocorre de forma inversa: o gelo, por estar com menor temperatura, absorve o calor do ambiente. Neste caso, pode ser que tenha ocorrido apenas uma troca, uma inversão na ordem dos termos, ou mesmo uma confusão na compreensão deles por parte dos alunos. Todavia, segundo Novak e Cañas (2010), apresentar exemplos dentro de um MC viabiliza a preocupação de justificar e esclarecer o significado do conceito exposto, sendo um aspecto válido.

No quarto MC, o conteúdo foi distribuído de modo claro, objetivo, organizado e explicativo, desta maneira, observa-se que o grupo soube expor os principais conceitos e utilizar termos de ligações de forma correta. Isso possibilitou o sentido semântico na leitura do MC, formando proposições significativas com diversas relações cruzadas, bem como a exposição do conteúdo de forma explicativa. Entretanto, apesar de os alunos fazerem relações significativas e apresentar um MC

com estrutura correta a partir do uso das palavras principais destacadas nas caixas e com setas dando seguimento e orientação do MC, eles não conceituaram o que é calor e o que são os processos endotérmicos e exotérmicos, nem explicaram qual a relação da calorimetria com os processos supracitados. Porém, percebe-se que, para elaborar um MC da forma que o grupo construiu, é necessário ter conhecimento sobre o conteúdo, logo, pode-se considerar que os conceitos relacionados e apresentados são resultados da aquisição e retenção de informações existente na estrutura cognitiva dos alunos.

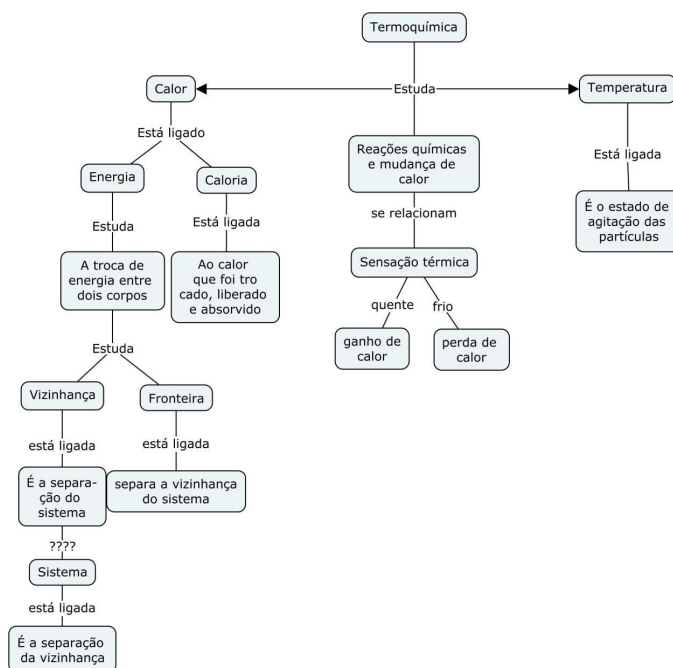
No último MC da categoria A (grupo 5), os alunos conceituaram o que seria temperatura, apresentando que “Temperatura – está ligado – estado de medição das moléculas”, contudo, essa grandeza está ligada ao estado de agitação. Eles fizeram relação dos seus conhecimentos à sensação térmica, subordinando essa sensação ao conceito de temperatura; ademais, elaboraram relações cruzadas, utilizando como termo de ligação as palavras “quente” e “frio” e conceituando-as como “alta temperatura” e “baixa temperatura”, respectivamente; e subordinaram esses conceitos, utilizando palavras de ligação corretamente até conceituarem o que é o equilíbrio térmico como “união de corpos de temperaturas diferentes”. Assim sendo, percebe-se que, com o desenvolver da SD, os alunos associaram a ideia de sensação térmica ao conceito de temperatura, ao invés de permanecer fazendo a relação ao conceito de calor, como conseguiram fazer previamente, corroborando com o que a TAS defende. Sobre o outro foco do MC, o grupo direcionou para a palavra “calor” sem definir o conceito, mas destacaram que poderia ser calculado pela equação $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$.

Categoria B: Mapas conceituais com baixa formação de proposição conceitual

Nessa segunda categoria, são apresentados os mapas conceituais com proposições conceituais corretas, todavia, os termos de ligações utilizados não dão um sentido semântico adequado, proporcionando uma baixa formação de proposição conceitual, uma vez que a proposição oferece, de forma clara, a relação entre os conceitos. No mapa conceitual apresentado na Figura 2, nota-se que os alunos colocaram o conceito de Termoquímica como o ponto cerne de primeiro nível hierárquico e deram seguimento ao segundo nível com três direcionamentos: um

para conceituar o estudo da termoquímica e os outros dois para o conceito de calor e de temperatura.

Figura 2: Mapa conceitual do Grupo 6 da Categoria B.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

No MC da Figura 2, percebe-se que há evidência da reelaboração dos conceitos, posto que os alunos expressaram o conceito de temperatura corretamente, apesar de que utilizaram um termo de ligação que não forma uma proposição com sentido semântico. Tal afirmação pode ser observada quando eles conceituaram que: “Temperatura – está ligado – é o estado de agitação das partículas”, sendo que poderiam ter conceituado que: “Temperatura – se define pelo – estado de agitação das partículas de um corpo”. Ademais, verifica-se outros dois equívocos quando o grupo, após conceituar que a “Termoquímica – estuda – reações químicas e mudanças de calor”, faz uma relação na qual subordina sensação térmica à calor; e quando ele deixa ausente as palavras de ligação entre os termos “quente” e “frio” com ganho e perda de calor.

No outro ponto, os alunos colocam o termo “calor” no início do MC, mas não definem diretamente o conceito. Entretanto, fazem relações significativas com a palavra “caloria”, denominando que ela “está ligada – ao calor que foi trocado,

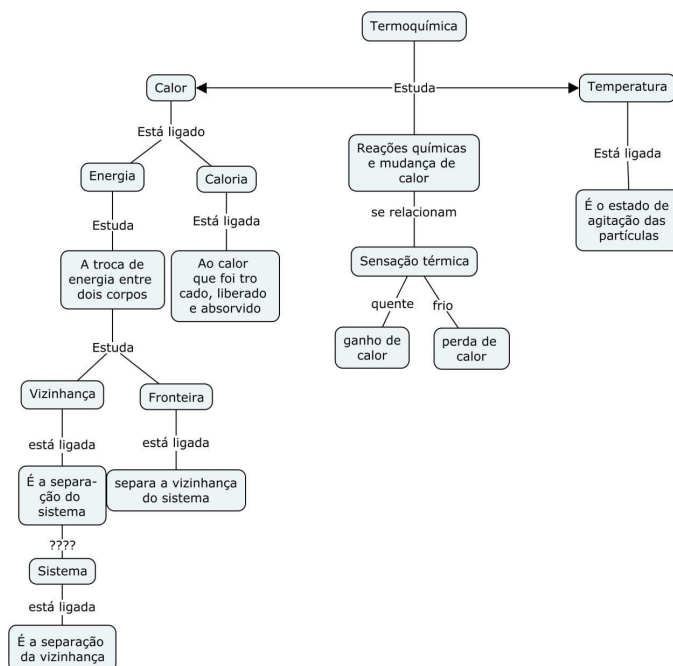
liberado ou absorvido”, ao se refere a quantidade de calor; e fazem outra relação dela à “energia”, deixando subtendido que o calor estuda “a troca de energia entre dois corpos”. Além disso, vê-se que, posteriormente, o grupo pode não ter compreendido a continuidade da leitura do mapa e relacionou erroneamente os conceitos de “vizinhança”, “fronteira” e “sistema”, isso porque o conceito de sistema encontra-se subordinado ao conceito de vizinhança, sendo que todos deveriam estar apresentados no mesmo nível hierárquico.

No segundo mapa da categoria B, os alunos fizeram um MC bem sucinto, mencionando diversos conceitos trabalhados, tais como: “calor”, “temperatura”, “equilíbrio térmico”, processos “endotérmico” e “exotérmico”, “calorímetro”, as unidades medida em “cal”, referindo-se à caloria, e “joule”. Todavia, apesar de elencarem esses conceitos e fazerem algumas relações de forma correta, eles não conceituam os termos em busca de formar proposições conceituais significativas. Além do mais, são ausentes alguns termos de ligações entre os conceitos, tendo como exemplo: a relação feita entre “temperatura” e “medição de calor ambiente”; as relações entre “unidade de medida”, “cal”, “joule” e a equação da calorimetria “ $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ ”.

Categoria B1: Mapas conceituais que não apresentam estrutura adequada e com baixa diferenciação progressiva

Nesta subcategoria denominada de Categoria B1, temos mapas que não apresentam estrutura adequada para ser considerado um MC, visto que trazem termos de ligações ora extensos, ora ausentes, sem formação de proposição conceitual com sentido semântico, como também dispõem de pouca diferenciação progressiva, isto é, baixa subordinação entre os conceitos. O grupo 8 apresenta um MC com estrutura simples e com termos de ligações muito extensos que corroboram para sua má organização, como exposto na Figura 3 que segue.

Figura 3: Mapa conceitual do Grupo 8 da Categoria B1.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Vê-se que o MC da Figura 3, embora apresente algumas proposições corretas, como “Termoquímica – estuda as trocas de – calor – pode ser medida pelo calorímetro”, é pouco elaborado diante do que foi trabalhado e direcionado no decorrer da pesquisa, logo: não há relações conceituais cruzadas, não há subordinação entre os conceitos e os níveis hierárquicos entre estes são ausentes. Situações como essa, em geral, são recorrentes, apesar de ter sido desenvolvida uma sequência de atividades para subsidiar a construção de mapas com conceitos significativos. Lourenço et al. (2012), em seu estudo, também evidenciaram mapas de baixa elaboração conceitual com hierarquia conceitual instável, isto é, poucos elaborados em vista do assunto estudado, com breves conceitos e sem diferenciação progressiva deles, ou seja, sem subordinação. Assim sendo, pode-se constatar tais situações fazem parte desse processo, em virtude de que cada aprendiz tem níveis de assimilações e estrutura cognitiva distintas e particulares.

O MC elaborado pelo grupo 9 não exhibe uma estrutura com níveis hierárquicos, sendo o foco dele apresentado no meio da produção ao destacar o “Termoquímica” e seguindo uma estrutura de mapa mental a partir daí. Entretanto, o grupo usa alguns termos de ligações entre as palavras destacadas dentro das

formas geométricas retangulares, mas que, em algumas situações, não formam uma proposição relevante, a exemplo de quando ele direciona “Termoquímica” para os “assuntos”: “sensação térmica”; “calor”; “frio”; “caloria”, não evidenciando com clareza a compreensão e os significados entre os conceitos. Observa-se, ainda, que os alunos formaram uma proposição explicativa, “Termoquímica – o que é? – estudo do calor – medido – calorímetro”, que é considerada uma relação válida pelo contexto, todavia, considerando o que foi estudado na unidade didática, o mapa conceitual não oferece agregação de novos conceitos.

Para finalizar, o grupo 10 construiu um MC que não se configura como uma estrutura adequada, tendo em vista que não há conectivos e relações entre os conceitos apresentados, a saber: equilíbrio térmico, calorímetro, caloria, calor, temperatura. Nele, os alunos apenas fizeram ligação dos conceitos mencionados e suas referidas definições corretas para o conteúdo de Termoquímica. Desse modo, segundo Moreira (2010), a forma em que o grupo apresentou o conhecimento não se destaca como um mapa conceitual, e sim como um organograma.

Tendo como base todas as categorias descritas e discutidas, de maneira geral, evidencia-se que houve uma evolução conceitual, em que os alunos conseguiram conceituar e diferenciar cada termo, isto é, ocorreu um processo de interação entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento, e isso corroborou para a modificação de conceitos que se apresentaram de forma mais elaborada e com estabilidade cognitiva nos MCs produzidos (MOREIRA, 2011, 2012). Sendo assim, considera-se que o desenvolvimento da sequência didática propiciou aos alunos a relação de novos conceitos, estando em conformidade ao que a teoria ausubeliana defende sobre a aquisição da aprendizagem significativa, visto que esta se preocupa com a compreensão do aprendente e a transformação da sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2006).

Considerações finais

De acordo com os dados apresentados, observa-se que o uso de mapas conceituais como instrumento de desenvolvimento e de avaliação da aprendizagem significativa apresentou-se como uma importante ferramenta por possibilitar a autonomia do aluno, inserindo-o como agente protagonista durante todo o processo

educativo. Ademais, com base no estudo que foi realizado, sugere-se que, para os alunos, a inserção de MCs em sala de aula torna esse ambiente dinâmico e favorável à participação efetiva deles, pois desperta-os a intenção de organizar suas ideias e fazer relações conceituais com significado. Para o professor, essa inserção viabiliza constatar as evidências e avaliar as dificuldades da aprendizagem, ou seja, identificar se os alunos conseguem construir conceitos, atribuir significados, desenvolver a recursividade das atividades, constatar a assimilação conceitual a partir de relações cruzadas e da diferenciação progressiva.

Nesse sentido, considera-se que os objetivos desta pesquisa foram alcançados, tendo em vista que foi possível avaliar as evidências do desenvolvimento da aprendizagem significativa. Desse modo, com a avaliação dos mapas conceituais finais, percebeu-se a ampliação e modificação dos conhecimentos prévios dos estudantes identificados inicialmente, através da realização das atividades e do uso dos materiais que lhes foram potencialmente significativos. Entre essas atividades, tem-se a experimentação, um recurso didático fundamental e potencializador para a formação e evolução dos conceitos dos alunos pelo despertar da motivação para a participação integral e socialização da turma, possibilitando uma maior argumentação na construção dos conceitos e favorecendo as relações do saber com o fazer.

Todavia, é importante esclarecer também que o processo do desenvolvimento da aprendizagem significativa não ocorreu de forma igualitária entre todos os alunos, em virtude de que alguns sujeitos/grupos não apresentaram nos MCs tantos indícios da evolução e/ou ampliação dos conceitos estudados. Entretanto, esse fator não significa dizer que não ocorreu mudança conceitual ou evolução da estrutura cognitiva dos discentes, até mesmo porque os acontecimentos de evolução distinta entre os alunos são comuns e fazem parte do processo de ensino-aprendizagem, tendo em vista a singularidade de cada sujeito. Ademais, é um fator que pode ser contornado por meio de um novo momento de interação posterior à elaboração dos últimos MCs a fim de que se possa expor os MCs entre os grupos, favorecendo novas trocas de conceitos e/ou ideias entre aluno-aluno e aluno-professor, o que resulta em novos entendimentos e, assim, na construção de conceitos com mais clareza e mais significado.

No mais, é relevante mencionar que trabalhar com os alunos essa vertente didática requer maior tempo, tanto de planejamento quanto de aplicação, no entanto, conclui-se que o trabalho com MCs potencializa o processo de ensino, corrobora na participação dos alunos, viabiliza a construção do conhecimento e, conseqüentemente, desenvolve a aprendizagem. Portanto, a contribuição deste estudo consiste, também, em servir como uma vertente para novas perspectivas em outras pesquisas, seja no ensino de química ou das demais disciplinas que visem a elaboração de novas propostas e produtos educativos fazendo uso da teoria ausubeliana e dos mapas conceituais.

Referências

ARAUJO, P. R. L. **Ensino de Ciências e possibilidades de aprendizagens: Aprendizagem significativa baseada na experimentação e uso de mapas conceituais**. 2015. 60 f. Monografia (Especialização em Letramentos e Práticas Interdisciplinares no Anos Finais) – Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2015.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Portugal: Plátano, 2000.

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Gruneand Stratton, 1963.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

COELHO, S. C.; SILVA, L. T. P.; LESSA, B. K. A. B. Contextualização no ensino de Termoquímica: um estudo dos conceitos de energia, calor, temperatura e calorias a partir do tema “alimentos”. In: SEMINÁRIO GEPRÁXIS, 2., 2017, Vitória da Conquista. **Anais...** Bahia: PPGED, 2017. p. 3514 -3531.

COSTA, M. L. A. da; ALMEIDA, A. S. de; SANTOS, A. F. dos. A falta de interesse dos alunos pelo estudo da química. In: Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, 10, 2016, Sergipe. **Anais...** Sergipe: Universidade Federal de Sergipe, 2016, p. 1-7.

FERRACIOLI, L. Mapas conceituais como instrumento de eleição de conhecimento. **Revista Didática Sistêmica**, v. 5. p. 65-75, 2007.

FONSECA, S. M. D. da. **Sequência didática para o desenvolvimento de habilidades de produção de enunciados de questões discursivas de provas**. Grupo de Estudos Linguísticos do Estado de São Paulo, Estudos Linguísticos XXXIV, p. 1290-1295, 2005.

GALVÃO, E. C. **O compromisso formativo na avaliação da aprendizagem em química**: das concepções às abordagens do erro. 2013. 113 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação, Comunicação e Artes, Universidade Estadual de Londrina, Londrina/PR, 2013.

GAMELEIRA, S. T.; BIZERRA, A. M. C. Identificação de conhecimentos prévios através de situações-problema. **Revista Educação, Cultura e Sociedade**, v. 9, n. 2, p. 130-147, 2019.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HOFFMANN, J. **Avaliação mediadora**. Porto Alegre: Mediação, 2011.

LIMA, J. A. **Plantas medicinais como temática de contextualização para uma aprendizagem significativa das funções orgânicas oxigenadas**. 2017. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Matemática) – Instituto Federal do Ceará, Fortaleza/CE, 2017.

LOURENÇO, A. B. et al. 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.; MOREIRA, M. A. Uma revisão da literatura sobre trabalhos com mapas conceituais no ensino de ciências do pré-escolar às séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Práxis**, n. 7, p. 11-35, 2012.

MOREIRA, M. A. ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? **Qurrriculum**: revista de teoría, investigación y práctica educativa, n. 25, p. 29-56, 2012.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. **Textos de apoio ao professor de física**, v. 24, n. 6, p. 1-55, 2013.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educação**, v. 4, n. 2, p. 38-44, 2012.

MOREIRA, M. A.; SOARES, S.; PAULO, I. C.I de. Mapas conceituais como instrumento de avaliação em um curso introdutório de mecânica quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 3, p. 1-12, 2008.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elabora-los e usa-los. **Praxis Educativa**, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

NOVAK, J. D. **Learning, creating, and using knowledge**: concept maps as facilitative tools in schools and corporations. Nova Iorque: Routledge, 2010.

SOUZA, N. A. de; BORUCHOVITCH, E. Mapas conceituais: estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa. **Educação em Revista**, v. 26, n. 3, p. 195-217, 2010.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, v. 12, p. 72-85, 2007.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

Recebido em: 26/01/2021

Aprovado em: 24/09/2021