

ESTRATÉGIA DE CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS POR ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL

Flávia Machado dos Reis¹

Eduardo Kojy Takahashi²

Resumo: Este trabalho propõe e analisa uma estratégia de construção de mapas conceituais por estudantes do ensino fundamental. A proposta foi desenvolvida com duas turmas do nono ano do Ensino Fundamental de uma escola estadual de Minas Gerais, na disciplina de Ciências. Ela se configura como um método para viabilizar a aprendizagem procedimental em estudantes iniciantes na técnica de criação de mapas conceituais. Na primeira Etapa, foram distribuídos cinco cartões aos estudantes, com os seguintes conceitos: substâncias, átomos, elementos químicos, substâncias simples e substâncias compostas. Foi solicitado às duplas de estudantes que formassem a maior quantidade de frases possível, contendo o maior número desses conceitos. A segunda Etapa consistiu na estruturação das proposições do mapa conceitual, de acordo com as frases elaboradas na Etapa 1. Na terceira Etapa, foram realizadas discussões sobre as frases e as proposições que os estudantes tinham elaborado nas Etapas anteriores e foi construído um mapa conceitual por dupla. Por fim, na quarta Etapa, foram distribuídos aos estudantes cinco novos conceitos: tabela periódica, famílias, períodos, número de massa e número atômico. Foi solicitado que repetissem as Etapas anteriores acrescentando esses novos conceitos e reestruturassem o mapa conceitual com todos os dez conceitos. Desse modo, foi possível perceber que os estudantes se envolveram com a atividade proposta, conseguiram entender a ideia subjacente aos mapas conceituais e elaboraram seus primeiros mapas sem grandes dificuldades, o que confere um grande potencial de uso regular da estratégia proposta para a construção de mapas conceituais por iniciantes ou não especialistas.

Palavras-chave: Mapas Conceituais, Ensino Fundamental, Ciências.

STRATEGY FOR CONCEPT MAPS CONSTRUCTION BY ELEMENTARY STUDENTS

Abstract: This paper proposes and analyzes a strategy for the construction of concept maps by elementary students. The proposal was developed with students from two ninth-grade classes of a state school in Minas Gerais, in Science classes. It was configured as a method to enable procedural learning for beginning students in the concept maps technique. In the first stage, five cards were distributed to students, containing the following concepts: substances, atoms, chemical elements, simple substances and compound substances. Students pairs were asked to form as many sentences as possible, containing as many of these concepts as possible. The second stage consisted of structuring the concept map propositions with the phrases elaborated in stage 1. In the third stage, discussions were held about the phrases and propositions that the students had elaborated in the previous stages, and each pair of students constructed a concept map. Finally, in the fourth stage, five new concepts were distributed to the students: periodic

¹ Mestra em Educação, Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: reis.flaviabio@gmail.com

² Doutor em Física, Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: ektakahashi@gmail.com

table, families, periods, mass number and atomic number. They were asked to repeat the previous steps by adding these new concepts and restructuring the concept map, including all of the concepts. Thus, it was possible to realize that the students were involved with the proposed activity, understood the idea behind the concept maps and were able to elaborate their first maps without significant difficulties. These results indicated the potential for regular use of the proposed strategy for the construction of concept maps by beginners or non-experts.

Keywords: Concept Maps, Elementary School, Science.

INTRODUÇÃO

A experiência dos autores deste artigo, adquirida no exercício profissional com o trabalho de construção de mapas conceituais por estudantes novatos nessa técnica, mostra que eles apresentam grandes dificuldades na identificação dos conceitos relevantes e na estruturação gráfica das proposições, o que inclui o uso das palavras de ligação e a disposição dos conceitos segundo uma forma hierárquica.

Em geral, o entendimento do que é um conceito e quais são os mais, ou menos, inclusivos não é uma tarefa simples, especialmente quando se está iniciando o estudo de um particular tema. Além disso, a estruturação inicial das proposições pelos estudantes quase sempre se limita à uma forma linear, não ramificada, não hierarquizada, relacionando poucos conceitos entre si e sem a explicitação das palavras de ligação.

Conradty e Bogner (2010) analisaram as dificuldades de estudantes na construção de mapas conceituais e identificaram seis tipos de falhas dos estudantes nesse processo, os quais podem estar associados à incompreensão do conteúdo e/ou das regras de construção dos mapas. Hilbert e Renkl (2008) examinaram as diferenças entre estudantes na construção de mapas conceituais como estratégia para aprender com textos e, dentre os vários apontamentos apresentados pelos autores, há a indicação de que, para aprender como construir mapas conceituais, seria preferível que os estudantes se concentrassem no processo de mapeamento, o que envolve, claramente, uma aprendizagem procedimental.

Assim, deve-se considerar que a elaboração de mapas conceituais também requer uma aprendizagem do tipo procedimental, e o novato deve percorrer estágios evolutivos de construção que permitam a sua gradativa compreensão dos processos envolvidos na criação de um bom mapa conceitual, cujas características desejáveis serão descritas no próximo item.

De acordo com Silveira et al. (2018), o mapa conceitual é considerado uma estratégia de ensino e aprendizagem que pode facilitar a aprendizagem significativa, assim como, um

instrumento de avaliação no qual o estudante pode relacionar os conceitos aprendidos anteriormente com os novos conceitos (NOVAK; GOWIN, 1984).

O instrumento possibilita ao professor identificar a forma como os estudantes relacionam os conceitos, para planejar possíveis intervenções no intuito de melhorar o processo de ensino e aprendizagem (SEQUEIRA; FREITAS, 1989). Assim, os mapas conceituais, utilizados como formas de avaliação, permitem, tanto aos estudantes quanto aos professores, a identificação de conceitos mais relevantes e as relações que são estabelecidas entre eles (SILVEIRA, et al., 2018).

Corroborando a ideia de uso de mapas conceituais no processo de aprendizagem, Torres e Marriott (2008) defendem que

Os mapas conceituais permitem o desenvolvimento do pensamento por meio da estruturação, elaboração e classificação de conceitos, sendo assim uma **nova estratégia para aprender**. Prepara os estudantes para mais do que simplesmente assimilar informações, pensar sobre elas. Esta ferramenta auxilia na formação de estudantes capazes de elaborar pensamentos complexos e sistêmicos tornando-os assim preparados para enfrentar as mudanças que ocorrem na sociedade do conhecimento (TORRES; MARRIOTT, 2008, p. 212, grifos nossos).

Com base nessas ideias, as dificuldades envolvidas no procedimento de construir mapas conceituais podem descaracterizar a intencionalidade pedagógica atribuída a esses mapas e até mascarar eventuais aprendizagens significativas de conceitos, ocorridas, mas não explicitadas apropriadamente nos mapas.

Nesse sentido, este trabalho propõe e analisa uma estratégia de construção de mapas conceituais por estudantes do ensino fundamental, novatos nessa prática. A proposta foi desenvolvida com duas turmas do nono ano do Ensino Fundamental de uma escola estadual de Minas Gerais, na disciplina de Ciências e se configura como um método para viabilizar a aprendizagem dos procedimentos necessários para a construção de mapas conceituais por estudantes iniciantes nessa técnica.

Na próxima seção, será apresentada a proposta delineada, sua justificativa diante dos apontamentos feitos previamente e a relação da proposta com os princípios norteadores das estratégias de ensino e aprendizagem com uso de mapas conceituais.

A ESTRATÉGIA PROPOSTA E OS FUNDAMENTOS DOS MAPAS CONCEITUAIS

De acordo com a definição de mapas conceituais, eles são diagramas que relacionam conceitos e esses estão interligados por frases ou verbos de ligação (MOREIRA, 2011). Como os mapas conceituais são representações gráficas, os conceitos, geralmente estão localizados

em caixas (figuras geométricas) conectados por termos de ligação entre linhas ou setas que, juntos, constituem as relações conceituais existentes que dão significado aos conceitos relacionados, ou seja, os mapas conceituais são usados para destacar relações entre palavras e conceitos.

Segundo Moreira (2010, p. 1) os mapas conceituais “não buscam classificar conceitos, mas sim relacioná-los e hierarquizá-los”, o que os difere dos denominados mapas mentais “que são associacionistas, potencialmente infinito, ou seja, não há relação de conceitos tampouco uma organização hierárquica, são associações livres de palavras, imagens ou tudo o que o sujeito pensar” (SILVEIRA, et al., 2018, p. 67).

Os mapas conceituais enfatizam as relações conceituais, muitas vezes organizados em níveis hierárquicos e o enfoque são as interações que o indivíduo consegue fazer entre os conceitos, evidenciando uma aprendizagem significativa (HILBERT; RENKL, 2008).

De acordo com diversos pesquisadores, as características desejadas de um bom mapa conceitual incluem: i) a seleção de conceitos relevantes (NOVAK; CAÑAS, 2010; TAVARES, 2007); ii) a clareza semântica das estruturas proposicionais (AGUIAR; CORREIA, 2013); iii) a existência de um grande número de conexões entre os conceitos (TAVARES, 2007); iv) uma estrutura não linear de conexões conceituais, que contemple ligações cruzadas (TAVARES, 2007; NOVAK; CAÑAS, 2010); v) um entrelaçamento das ideias do conteúdo abordado condizentes com os conceitos estudados (ROSA; LANDIM, 2015; FERRÃO; MANRIQUE, 2014; NOVAK; CAÑAS, 2010) e vi) uma organização hierárquica dos conceitos (AGUIAR; CORREIA, 2013; NOVAK; CAÑAS, 2010).

Uma vez que é necessário o estudante aprender como proceder para construir tais mapas, isso demanda uma aprendizagem procedimental (AZEVEDO, 2006), de natureza distinta da aprendizagem procedimental requerida nas disciplinas específicas, nesse caso, na disciplina de Ciências. Assim, a aprendizagem procedimental para a elaboração dos mapas conceituais está relacionada, principalmente, ao atendimento às regras de construção dos mapas, às habilidades na seleção, diferenciação e classificação dos conceitos, aos métodos para estruturar e desenhar o mapa etc. Por outro lado, na aprendizagem científica, por exemplo, as aprendizagens procedimentais priorizam a habilidade de observar eventos, formular hipóteses, realizar medidas de grandezas nas práticas experimentais, efetuar cálculos matemáticos, construir gráficos etc.

Porém, a escolha dos conceitos, definidos como regularidades percebidas em eventos ou objetos e designadas por rótulos (NOVAK; CAÑAS, 2010), não é uma tarefa simples para

iniciantes no estudo de algum tema. É comum o estudante confundir o conceito com o significado de um termo, ao invés do próprio termo.

Assim, para iniciar o estudante na técnica de construção de mapas conceituais, como um aprendizado complementar à aprendizagem dos próprios conceitos, a estratégia adotada foi fornecer aos estudantes os conceitos relevantes do assunto abordado, para: i) exemplificar o que seriam conceitos; ii) evitar omissões de conceitos relevantes; iii) estimular o uso de vários conceitos.

No tocante às estruturas proposicionais dos mapas conceituais, deve-se considerar que os conceitos devem ser relacionados entre si de forma a explicar a relação entre eles e não simplesmente serem listados. Esse fato implica que uma proposição do mapa conceitual deve ser entendida como uma frase que explicita como os conceitos encontram-se relacionados.

Além disso, a transposição da frase literal para a proposição no modo gráfico do mapa conceitual requer o uso de palavras de ligação que devem conter verbos, para possibilitar o entendimento da relação conceitual, embora não se espere que os mapas sejam autoexplicativos. Também deve apresentar conexões por meio de linhas orientadas por setas, para indicar o sentido da leitura a ser feita.

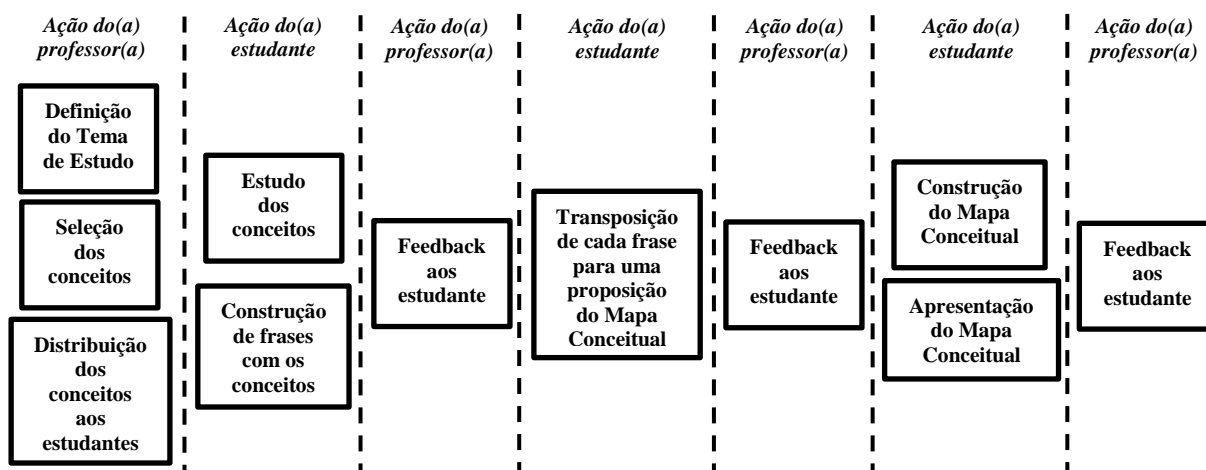
No intuito de possibilitar ao estudante novato a compreensão de como atribuir clareza semântica às estruturas proposicionais e construir interligações envolvendo muitos conceitos e de forma não linear, a estratégia proposta foi solicitar que, antes de partir para a elaboração dos mapas, eles escrevessem o maior número de frases possível, contendo, em cada frase, a maior quantidade dos conceitos fornecidos.

Esse procedimento permite ao estudante, em princípio, compreender que as proposições de um mapa conceitual são frases que relacionam conceitos e que existem diversas frases que podem relacionar os mesmos conceitos.

Em relação à hierarquização de conceitos, esse aspecto geralmente não é enfatizado em uma disciplina e essa categorização também deve ser uma dificuldade para os estudantes iniciantes. Na proposta aqui apresentada, não foi enfatizada pela professora a hierarquia conceitual nessa fase inicial de aprendizagem de construção de mapas conceituais para minimizar aspectos procedimentais e conceituais nesta fase de aprendizagem. Entretanto, como os dados da pesquisa revelarão, essa hierarquia aparecerá, de forma espontânea, em vários mapas conceituais construídos pelos estudantes.

Desta forma, a elaboração de mapas conceituais demanda uma aprendizagem procedimental específica e que está enfatizada na presente proposta, cujas ideias estão sintetizadas no esquema da Figura 1.

Figura 1 - Esquema da proposta para ensinar iniciantes a construir mapas conceituais



Fonte: Os autores (2019).

Embora existam diversos softwares livres que auxiliam na elaboração e compartilhamento de mapas conceituais pela internet, como o software CmapTools (IHMC, 2019), não os consideramos na proposta, para não incorporar um requisito adicional de aprendizagem procedimental para a utilização de uma tecnologia digital. Assim, os estudantes construíram seus mapas com o uso de papel e lápis ou caneta.

O detalhamento do procedimento adotado para cada turma (Turma 1 e Turma 2) será apresentado no próximo tópico.

DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

A proposta foi desenvolvida com duas turmas do nono ano do Ensino Fundamental de uma escola estadual de Minas Gerais. Para a realização das atividades inerentes à proposta, foram utilizadas sete aulas não consecutivas da disciplina de Ciências, com cinquenta minutos de duração cada aula. A continuidade dessas atividades também foi extraclasse. Os estudantes foram divididos em duplas para a realização das tarefas.

A temática considerada foi “A Matéria e suas Propriedades”, que faz parte do livro texto adotado para os estudantes envolvidos na pesquisa. O primeiro tópico dessa temática no livro texto dos estudantes trata do conceito de Átomos e o segundo, de Elementos Químicos. Tais conteúdos já haviam sido abordados pela professora antes da aplicação da metodologia proposta neste artigo.

Para a introdução aos Mapas Conceituais, foi escolhido o terceiro tópico desta temática, que trata de Substâncias. Inicialmente, foi ministrada uma aula sobre Mapas Conceituais e,

posteriormente, foi solicitado que os estudantes estudassem o tópic Substância com auxílio apenas do livro texto e sem explicações prévias da professora. Posteriormente, foi solicitado que construíssem um mapa conceitual sobre a seguinte questão: “O que são substâncias, como elas se dividem e que relação possuem com os Átomos e os Elementos Químicos?”

O desenvolvimento foi realizado em quatro etapas, conforme mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Descrição das etapas da proposta metodológica

Etapa	Descrição da Atividade
Etapa 1: Elaboração de Frases	Escrever a maior quantidade possível de frases que relacionassem os seguintes conceitos, distribuídos pela professora: substâncias, substâncias simples, substâncias compostas, átomos e elementos químicos.
Etapa 2: Estrutura das Proposições	Transformar cada frase no segmento do mapa conceitual relativo à proposição, conectando os conceitos utilizados nas frases por meio de verbos de ligação
Etapa 3: Construção do Mapa Conceitual	Construção do Mapa Conceitual pela junção das proposições construídas previamente, sem duplicação de conceitos.
Etapa 4: Reconstrução do Mapa Conceitual	Reconstrução do Mapa Conceitual após a aprendizagem dos conceitos de Tabela Periódica, Famílias, Períodos, Número Atômico e Número de Massa, incorporando-os aos conceitos do mapa anterior.

Fonte: os autores.

Na Etapa 1, as duplas receberam cinco cartões que continham os conceitos. Foi solicitado às duplas de estudantes que escrevessem o maior número de frases relacionando o maior número de conceitos possíveis, a partir da leitura que fizeram do livro didático. Ressaltou-se que os estudantes poderiam consultar o livro didático, porém não poderiam copiar as frases desse material. Essa Etapa, que denominamos de Elaboração de Frases, foi proposta como um desafio, no qual a(s) dupla(s) que conseguissem elaborar mais frases, relacionando vários conceitos ao mesmo tempo, teria(m) uma pontuação extra na avaliação bimestral da disciplina.

A Etapa 2, nomeada de Estruturação das Proposições, consistiu em transformar as frases nos segmentos do mapa conceitual relativos às proposições, conectando os conceitos utilizados nas frases por meio de verbos de ligação. Assim, se as duplas elaborassem quatro frases, nessa Etapa, deveriam ter quatro proposições do futuro mapa conceitual. Nessa Etapa, não se permitiu repetição de conceito em uma mesma frase, porém, foram ignoradas eventuais repetições de conceitos em frases (proposições) distintas.

Na Etapa 3, intitulada de Construção do Mapa Conceitual, foram realizadas discussões em sala de aula, tendo como exemplos as frases e as proposições que os próprios estudantes tinham elaborado até o final da Etapa 2. Foi ressaltado que, caso os estudantes percebessem

incoerências ou necessidades de ajustes nas frases ou nas proposições construídas, eles poderiam fazer alterações e registrá-las. Posteriormente, foi solicitado que as duplas elaborassem o mapa conceitual, juntando todas as proposições e mantendo-se as suas estruturas, mas sem repetir conceitos. Assim, possibilitou-se a formação de estruturas ramificadas.

Por fim, a Etapa 4, denominada Reconstrução do Mapa Conceitual, foi realizada três meses após a aplicação das três fases descritas anteriormente. Nessa Etapa, foi solicitado aos estudantes repetir as mesmas Etapas anteriores acrescentando-se cinco novos conceitos, que foram: tabela periódica, famílias, períodos, número de massa e número atômico. Porém, esses novos conceitos já haviam sido trabalhados em sala de aula anteriormente em aulas expositivas, ao contrário do que havia sido feito nas três etapas iniciais, nas quais os estudantes tinham que “descobrir” as relações entre os conceitos, por meio de uma aprendizagem por descoberta orientada.

Entende-se que a Etapa 4 é necessária para a consolidação tanto da aprendizagem procedimental de construção de mapas conceituais, quanto da aprendizagem conceitual, pois os estudantes retomam a atividade em momentos diferentes e é possível ampliar o número de conceitos trabalhados e suas relações.

O desenvolvimento das Etapas 1 e 2 foi ligeiramente diferente para a Turma 1 e para a Turma 2.

A Turma 1 iniciou a elaboração das frases em sala de aula e finalizou-a fora do horário de aula. Os estudantes entregaram essa atividade antes da segunda aula, para a professora da disciplina fazer uma avaliação inicial. Na segunda aula, foram discutidas algumas frases elaboradas pelos próprios estudantes e a professora apresentou um exemplo de estruturação de proposição a partir dessas frases. Nessa mesma aula, os estudantes desenvolveram a Etapa 2 - Estruturação das Proposições.

Na Turma 2, os estudantes tinham dois horários contínuos e puderam construir e finalizar as Etapas 1 e 2 em sala de aula, no mesmo dia, isto é, construíram as frases no primeiro horário e, no segundo horário, foi apresentado, pela professora, um exemplo de estruturação de proposição, porém, construída por uma dupla de estudantes da Turma 1. Os estudantes da Turma 2 conseguiram concluir a estruturação das proposições ainda nessa aula, sob a orientação da professora.

Todos os trabalhos, de ambas as turmas, foram recolhidos para uma análise preliminar e devolvidos para os estudantes na aula seguinte, com devolutivas para a realização da Etapa 3 – Construção do Mapa Conceitual. As devolutivas referem-se aos *feedbacks* fornecidos pela professora nas etapas anteriores.

Durante o desenvolvimento da proposta, cinco duplas foram desfeitas por mudanças de estudantes de escola ou de turma, com a incorporação do estudante remanescente em outra dupla; cinco duplas foram prejudicadas pela ausência de um dos estudantes em alguma etapa do processo e não concluíram a Etapa 3 e quatro duplas simplesmente desistiram das atividades.

Desta forma, para a análise da evolução do desempenho das duplas mediante a metodologia adotada foram analisados apenas os trabalhos das onze duplas que se mantiveram as mesmas desde o início das atividades e que cumpriram todas as quatro Etapas dentro do cronograma estipulado.

Para efeito de identificação das duplas, aquelas pertencentes à Turma 1 serão denominadas por nomes populares de plantas e as duplas pertencentes à Turma 2 serão identificadas por nomes de aves.

Desse modo, são apresentados na próxima seção exemplos da evolução da construção de mapas conceituais elaborados pelos estudantes, considerados relevantes para as discussões sobre a técnica de elaboração de mapas conceituais a partir de frases que relacionam os conceitos inicialmente propostos para o estudo do tema “A matéria e suas propriedades” como estava designado no livro didático utilizado pelos estudantes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No decorrer da atividade, foi possível perceber que os estudantes das duas turmas apresentaram dificuldades quanto à construção das frases e alguns trabalhos apenas mostram as definições dos conceitos, mas sem relacioná-los, ou trazem cópias fiéis do livro didático.

Por exemplo, a dupla Erva-doce utilizou o conceito de substância na frase “*Substância é uma forma de matéria caracterizada por suas características específicas*” sem relacioná-lo a qualquer outro conceito proposto, enquanto a frase escrita pela dupla Camomila, “*Um filósofo grego de nome Demócrito já afirmava que todos os corpos da natureza eram formados por minúsculas partículas invisíveis, as quais denominou átomos*”, evidenciou uma cópia do livro didático de Ciências sobre o conceito de átomo.

Após a correção dos trabalhos elaborados na Etapa 1, em que foram constatados tais problemas, os equívocos foram informados aos estudantes e foi solicitado que eles fizessem as correções necessárias para a execução da Etapa 2.

A Turma 2, que teve a oportunidade de visualizar o exemplo de frases construídas por alguns estudantes da Turma 1, apresentou menos dificuldades nas Etapas 1 e 2, sendo que algumas duplas praticamente chegaram a elaborar um mapa conceitual logo na segunda Etapa.

Porém, na Etapa 3, por um descuido da professora em reforçar a necessidade de criação de ramificações no mapa quando as proposições continham um mesmo conceito, os estudantes tentaram construir estruturas lineares nesses casos e tiveram grandes dificuldades. A tendência natural dos alunos é formar estruturas lineares. Como argumentam Aguiar & Correia, 2013 (p.147) “alunos que aprendem um tema de forma significativa são capazes de produzir um MC “rede”, enquanto MCs “radiais e “lineares” são persistentes durante o processo educativo dos alunos que optaram pela aprendizagem mecânica”. Nesse caso, podemos inferir que as duplas de estudantes que construíram estruturas lineares estão mais acostumadas a memorizar conceitos e mesmo que tenham construído proposições conceitualmente corretas tiveram um conflito cognitivo ao transpor as proposições para os mapas conceituais ou ainda não tiveram uma aprendizagem significativa relacionada aos conceitos abordados nos mapas conceituais.

Além disso, por ser uma metodologia nova de elaboração de mapas conceituais e por ser a primeira vez que se utilizou essa técnica em sala de aula, as dificuldades apresentadas por algumas duplas na estruturação das ramificações são compreensíveis. Basicamente, eles deveriam apenas juntar as proposições, ligando-as pelo conceito comum. Esperava-se que os estudantes não apresentassem problemas nesse procedimento, mas essa incompreensão foi solucionada pela professora nas devolutivas da Etapa 3. Assim, na Etapa denominada reconstrução do mapa conceitual (Etapa 4) os estudantes conseguiram elaborar mapas ramificados com mais facilidade.

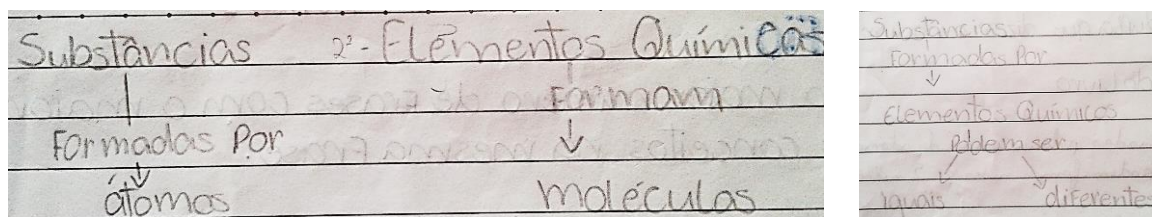
Como a Turma 1 iniciou as atividades primeiro e não dispunha de exemplos, teve mais dificuldades nas Etapas 1 e 2. Porém, realizou a Etapa 3 com mais facilidade que a Turma 2.

Analisa-se a seguir o desenvolvimento das atividades da dupla Hibisco ao percorrer todas as etapas. As estudantes dessa dupla elaboraram, na Etapa 1, as seguintes frases: “As substâncias são formadas pela reunião de átomos”, “Os elementos químicos podem formar mais de 5 milhões de moléculas”, “As substâncias podem ser formadas por mais de um tipo de elemento ou um elemento só” e “Os elementos químicos iguais formam as substâncias simples e os diferentes formam as substâncias compostas”.

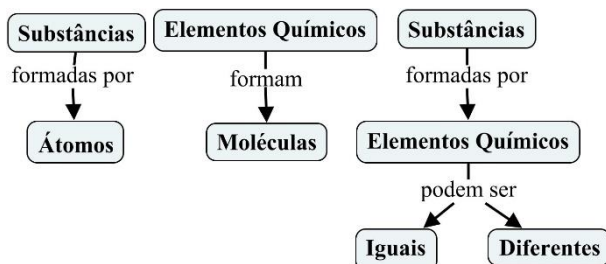
Na segunda Etapa, a mesma dupla utilizou essas frases e elaborou as proposições que estão demonstradas na Figura 2.

Pode-se perceber que essa dupla conseguiu construir proposições coerentes com as frases, com pequenos ajustes no processo de transposição do formato textual para o formato gráfico. Possivelmente, houve uma compreensão do significado de proposição por essa dupla.

Figura 2 - Proposições elaboradas pela dupla Hibisco (a) na Etapa 2 da proposta e reconstruídas em (b) para melhor visualização



(a)



(b)

Fonte: Os autores (2019).

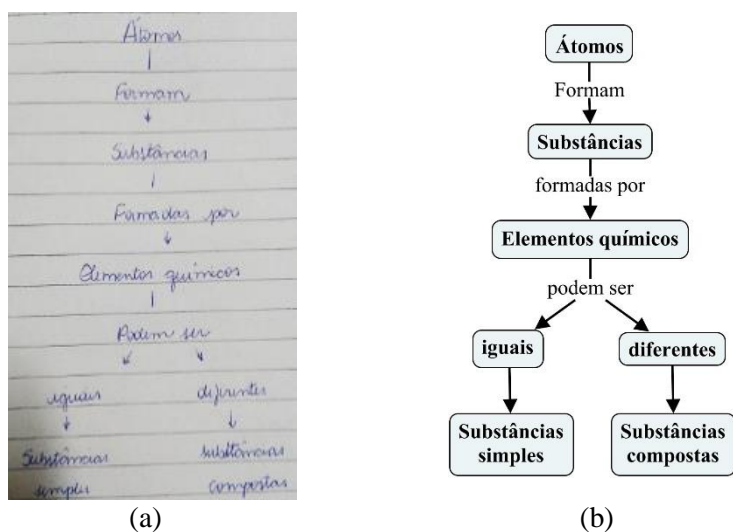
Após o desenvolvimento das Etapas 1 e 2, essas mesmas estudantes elaboraram o mapa conceitual apresentado na Figura 3 (a) que, para efeito de melhor visualização, foi reconstruído pelos autores desse artigo com o uso do software CMapTools e disposto na Figura 3 (b). O procedimento de reconstrução das proposições e dos mapas conceituais com o auxílio do software CMapTools foi utilizado em todo o trabalho.

Constatou-se que, ao elaborar o mapa conceitual, a referida dupla suprimiu o conceito de “molécula” tendo utilizado-o apenas na elaboração das frases e das proposições. A supressão de algum conceito no mapa conceitual foi recorrente nas duas turmas, sendo que os conceitos eliminados pelos estudantes foram os que eles mesmos haviam acrescentado nas frases e nas proposições. Os cinco conceitos inicialmente propostos pela professora foram mantidos por todos os grupos nas Etapas 1, 2 e 3.

Provavelmente a supressão desses conceitos ocorreu por insegurança dos estudantes em acrescentá-los ao mapa conceitual, uma vez que não haviam sido solicitados pela professora.

O mesmo tipo de análise pode ser feito com as atividades desenvolvidas pelas estudantes da dupla Beija-flor durante as três fases da proposta. Essa dupla elaborou a seguinte frase na Etapa 1: “As substâncias são formadas por átomos, elas podem ser divididas entre substâncias simples ou substâncias compostas, sendo a substância simples formada por apenas um único elemento químico, já a substância composta é formada por mais de um elemento químico.”

Figura 3 - Mapa Conceitual elaborado pela dupla Hibisco (a) na Etapa 3 da proposta e reconstruído para melhor visualização em (b)

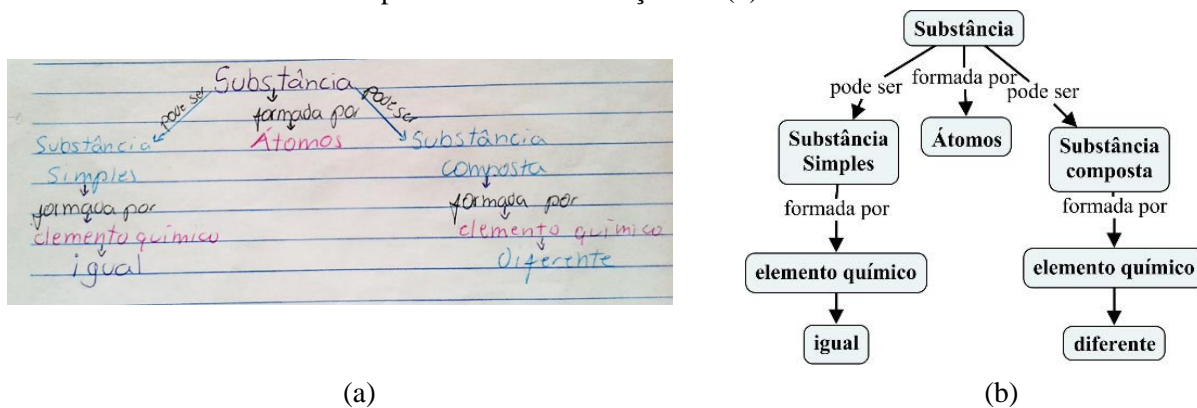


Fonte: Os autores (2019)

Logo na segunda Etapa, a referida dupla construiu um mapa conceitual, Figura 4, mas sem percorrer a fase de elaboração das proposições isoladas. Na terceira Etapa, essa dupla apenas reorganizou o mapa inicialmente elaborado, suprimindo a palavra repetida (Figura 5).

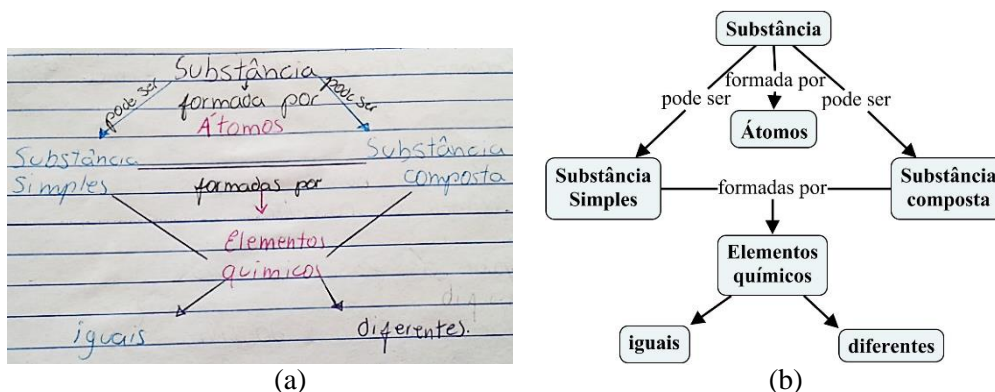
É possível inferir por meio da análise das três Etapas desenvolvidas pelas estudantes da referida dupla, que elas conseguiram compreender os objetivos procedimentais em relação à “como” construir um mapa conceitual. Também utilizaram corretamente os conceitos de Ciências que estavam envolvidos na construção desse mapa e suas relações com os outros conceitos.

Figura 4 - Mapa conceitual elaborado pela dupla Beija-flor (a), na Etapa 2 da proposta, e reconstruído para melhor visualização em (b)



Fonte: Os autores (2019).

Figura 5 - Mapa conceitual elaborado pela dupla Beija-flor (a) na Etapa 3 da proposta e reconstruído para melhor visualização em (b)



Fonte: Os autores (2019).

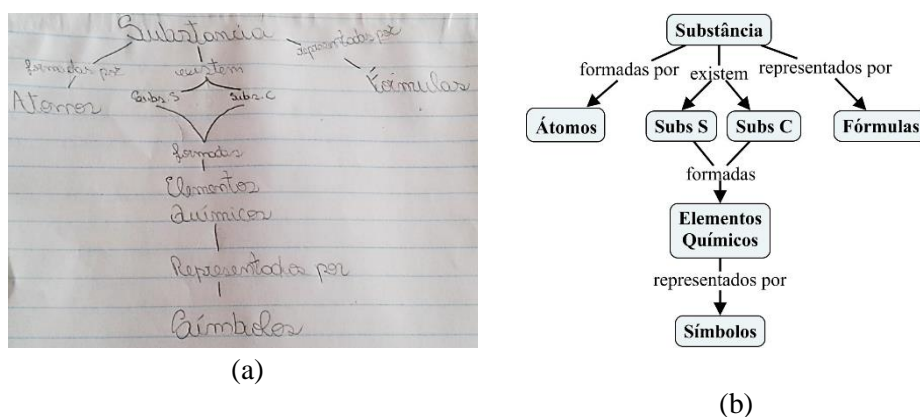
Dos onze trabalhos analisados, apenas a dupla Beija-flor conseguiu relacionar os cinco conceitos inicialmente propostos em uma única frase e, logo na segunda Etapa, construiu um mapa conceitual.

O mapa conceitual apresentado na Figura 6 se destaca por incluir conceitos de forma espontânea pelos estudantes, como símbolos e fórmulas. O mapa conceitual da Figura 6 foi elaborado pela dupla Papagaio.

As relações estabelecidas com os outros conceitos estão cientificamente corretas no mapa. É importante ressaltar que nenhuma explicação teórica sobre os conceitos foi realizada previamente pela professora da turma.

Torres e Marriott (2008, p. 213) indicam que ao elaborar mapas conceituais os estudantes podem “adquirir novos conceitos e desenvolver outros que lhes permitirão categorizar e organizar informações em estruturas cognitivas mais complexas facilitando aprendizagens futuras”, que é o que se observa no mapa citado e também no mapa da dupla Arara.

Figura 6 - Mapa Conceitual confeccionado pela dupla Papagaio (a) na Etapa 3 da proposta e reconstruído para melhor visualização em (b)

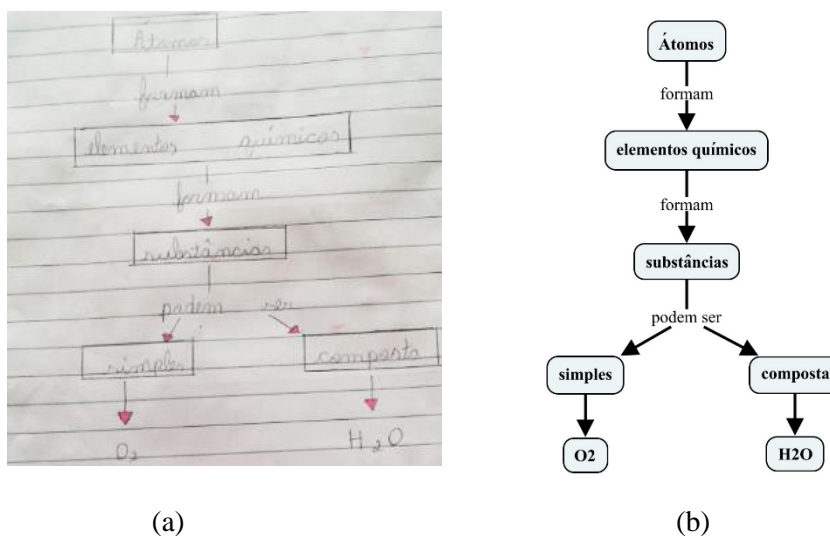


Fonte: Os autores (2019).

A análise do mapa desenvolvido na Etapa 3 pelos estudantes de ambas as turmas mostra que oito duplas iniciaram seus mapas pelo conceito de átomo. A Figura 7 apresenta esse exemplo.

O mapa conceitual elaborado pela dupla Flamingo, além de iniciar com o conceito mais inclusivo (átomo) também apresenta, no final, exemplos de substâncias simples e compostas, evidenciando a hierarquização de conceitos.

Figura 7 - Mapa Conceitual iniciado com o conceito de átomo, elaborado pela dupla Flamingo na Etapa 3 da proposta (a) e reconstruído para melhor visualização em (b)



Fonte: Os autores (2019).

Embora a hierarquização de conceitos não fosse o objetivo principal da proposta e não tenha sido discutido em sala de aula, os mapas conceituais das oito duplas demonstram que, de forma intuitiva, os estudantes iniciaram os mapas pelo conceito mais inclusivo.

Novak e Gowin (1984) propuseram um sistema de pontuação para a análise dos mapas e um dos critérios propostos é a inclusão de exemplos. A apresentação de exemplos por parte das duplas ao final dos mapas conceituais demonstra que, a partir da leitura do capítulo do livro e da Etapa 1, os estudantes entenderam os conceitos de substâncias simples e compostas.

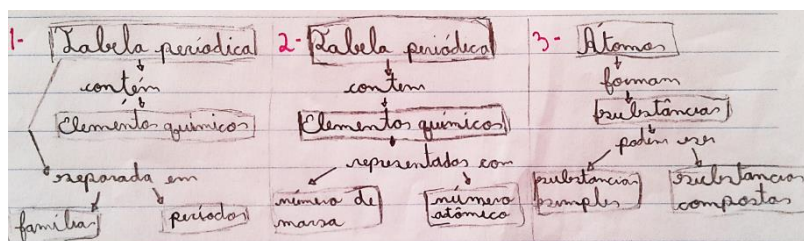
Analisou-se, ao longo do desenvolvimento da Etapa 4, a elaboração de frases da dupla Hibisco e da dupla Beija-flor com os novos conceitos indicados pela professora. Ressalta-se que, nessa etapa, os conceitos propostos foram estudados previamente em sala de aula, em um processo de aprendizagem por recepção.

A dupla Hibisco construiu as seguintes frases: “Os elementos químicos são representados na tabela periódica e estão separados em famílias e períodos”; “Na tabela

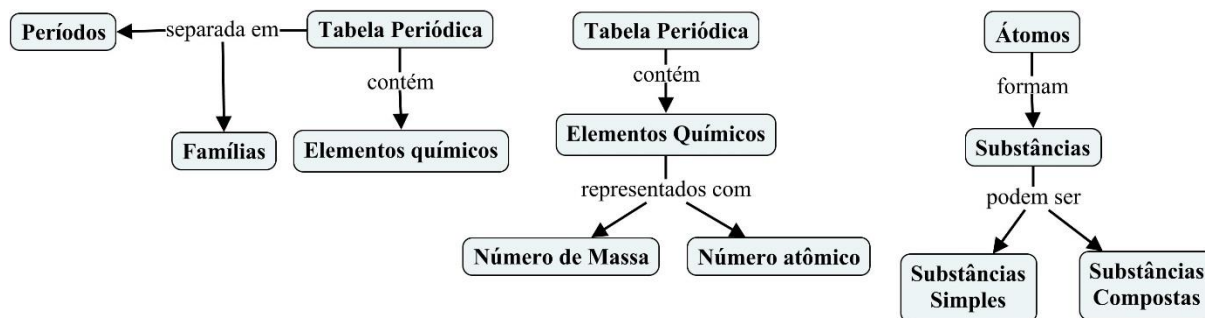
periódica junto com os elementos químicos aparecem o seu número atômico e seu número de massa”, “As substâncias são formadas por um conjunto de átomos e podem ser substâncias simples ou substâncias compostas”.

Essas frases resultaram na elaboração das proposições mostradas na Figura 8.

Figura 8 - Proposições elaboradas pela dupla Hibisco na Etapa 4 (a) e reconstruído para melhor visualização (b)



(a)



(b)

Fonte: Os autores (2019).

Observa-se que na construção das proposições da Figura 8 ocorreu uma adaptação das frases, sem ocorrência de erros conceituais, o que evidencia uma clareza no conteúdo aprendido.

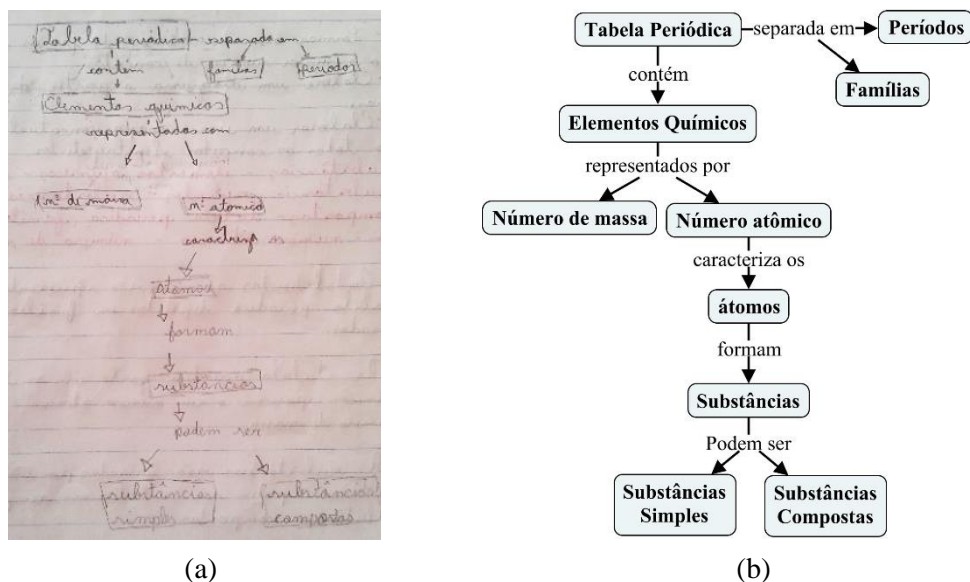
Na Etapa 4, essa dupla construiu o mapa conceitual apresentado na Figura 9, com os dez conceitos propostos.

A construção do mapa conceitual da Figura 9 é coerente com as proposições feitas por essa dupla (Figura 8) e ainda apresenta um conceito que não havia sido considerado pela dupla anteriormente, que é o número atômico. Essa evidência corrobora a hipótese desse trabalho, de que a estratégia proposta pode ser eficiente para promover reflexões críticas durante a construção de mapas conceituais, oportunizando maior clareza e domínio do conteúdo de aprendizagem.

As frases elaboradas pela dupla Beija-flor foram: “A tabela periódica é dividida em famílias e períodos que possuem os elementos químicos”, “Os elementos químicos possuem número atômico e número de massa”; “Os elementos químicos são formados por átomos”, “Os

átomos formam as substâncias, podendo elas serem substâncias simples ou substâncias compostas”.

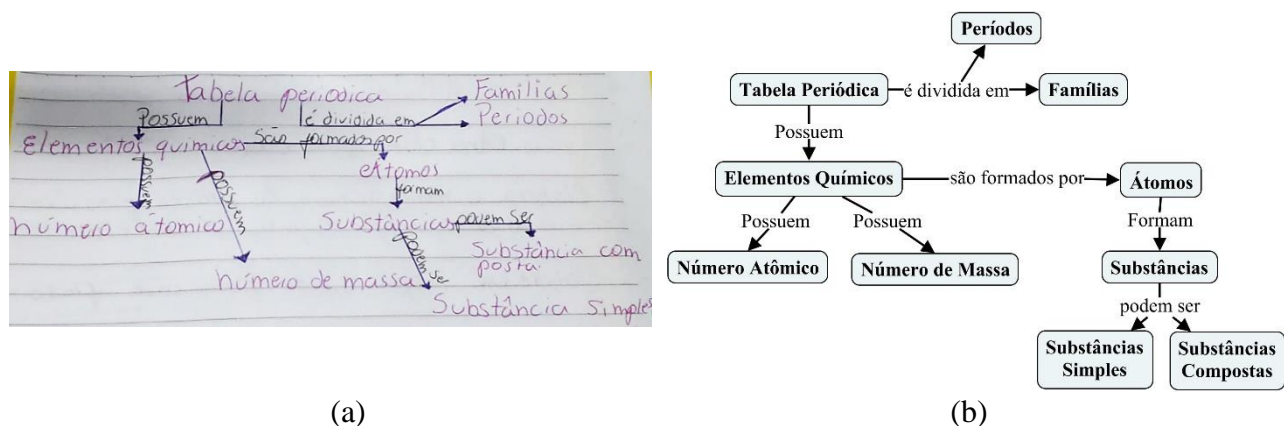
Figura 9 - Mapa conceitual elaborado pela dupla Hibisco na Etapa 4 (a) e reconstruído para melhor visualização em (b)



Fonte: Os autores (2019).

A dupla Beija-flor não realizou, nessa etapa, a construção gráfica das proposições e optou por construir diretamente o mapa conceitual (Figura 10), o que pode indicar uma segurança quanto à aprendizagem procedimental e conceitual sobre a elaboração de mapas conceituais.

Figura 10 - Mapa conceitual elaborado pela dupla Beija-flor na Etapa 4 (a) e reconstruído para melhor visualização (b)



Fonte: Os autores (2019).

A partir da análise do mapa conceitual da Figura 10, é possível perceber que essa dupla relacionou os conceitos corretamente e não incorreu na repetição dos mesmos, como havia feito na Etapa 2 (Figura 4). Entretanto, duplicaram a palavra de ligação (“possuem”) sem

necessidade.

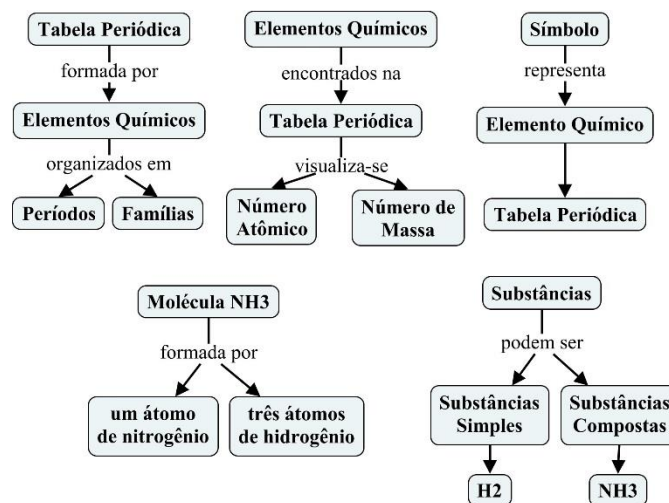
A dupla Camomila elaborou as seguintes frases: “A tabela periódica é formada por elementos químicos, onde eles são organizados por períodos e famílias”; “Em todos os elementos químicos encontrados na tabela periódica é possível visualizar o número atômico e o número de massa”; “O número que se encontra embaixo do símbolo do elemento químico na tabela periódica é o número de massa”, “A molécula de NH_3 é formada por um átomo de nitrogênio e três de hidrogênio”, “As substâncias podem ser simples ou substâncias compostas, por exemplo, NH_3 é uma substância composta e H_2 é simples”

Como evidenciado nas frases da dupla, foram citados espontaneamente exemplos de substância composta e de substância simples, além da inclusão de um novo conceito (símbolo). Essa dupla foi a que elaborou mais proposições, todas corretas do ponto de vista científico (Figura 11).

Figura 11 - Proposições elaboradas pela dupla Camomila na Etapa 4 (a) e reconstruídas para melhor visualização (b)



(a)

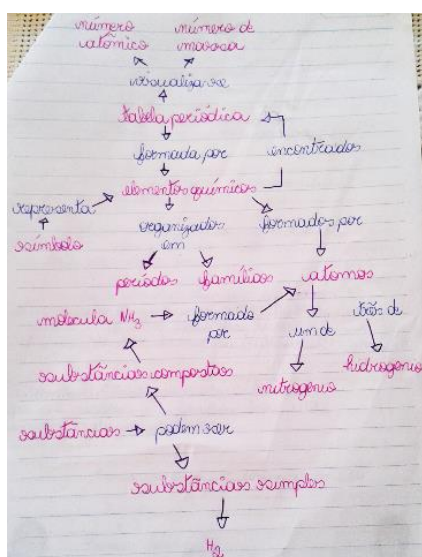


(b)

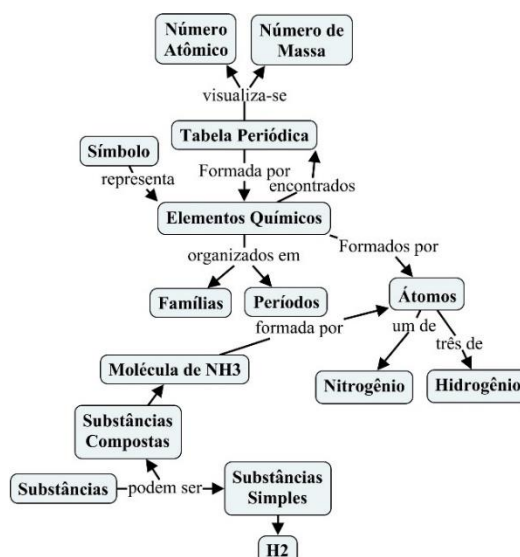
Fonte: Os autores (2019).

A Figura 12 mostra o mapa conceitual elaborado por essa dupla. Pela inspeção da referida figura, percebem-se efeitos positivos possivelmente viabilizados pela estratégia proposta, pois o mapa inclui conceitos que não haviam sido propostos pela professora, exemplos incluídos espontaneamente e diversas ramificações. Esse aspectos indicam, tanto uma aprendizagem conceitual da temática estudada, quanto uma aprendizagem procedimental, relacionada ao modo de elaborar mapas conceituais e com as características desejáveis, como foi apontado por Tavares (2007), Novak e Cañas (2010) e Aguiar e Correia (2013).

Figura 12 - Mapa conceitual elaborado pela dupla Camomila na Etapa 4 (a) e reconstruído para melhor visualização (b)



(a)



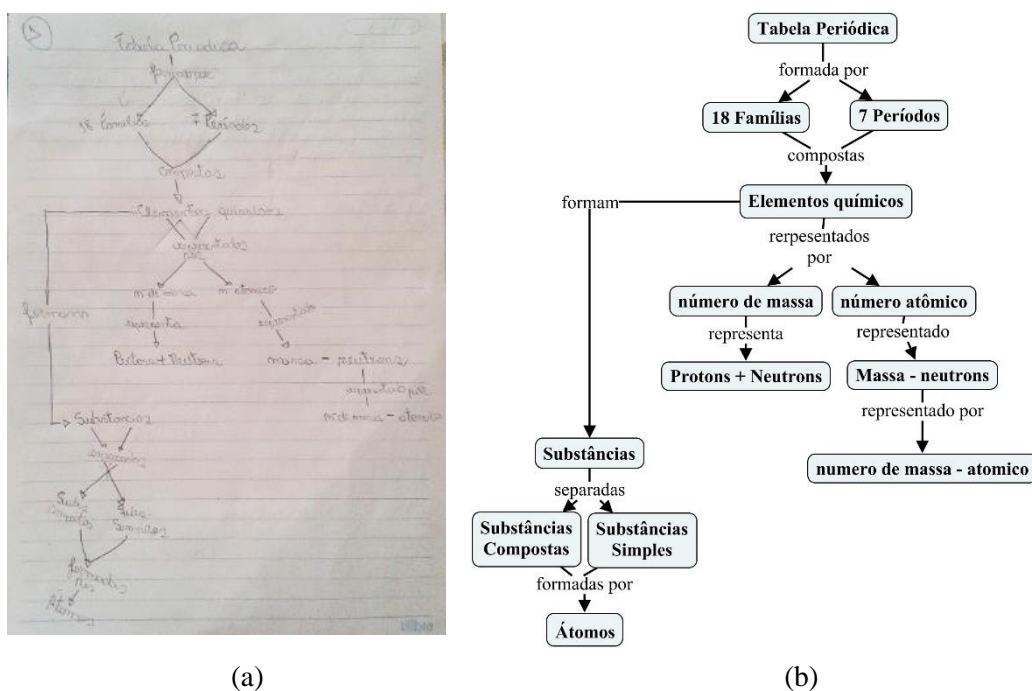
(b)

Fonte: Os autores (2019).

A dupla Papagaio elaborou, na Etapa 4, as frases com os dez conceitos propostos e ainda incluiu dois novos conceitos. No decorrer dessa Etapa a dupla não elaborou as proposições separadamente e construiu o mapa conceitual diretamente, conforme mostrado na Figura 13.

A comparação entre os mapas conceituais elaborados pela dupla Papagaio nas Etapas 3 e 4 evidenciam que: i) o mapa conceitual da Etapa 4 é hierárquico (Figura 13), ao contrário do mapa elaborado na Etapa 3 (Figura 6); ii) a dupla inseriu conceitos novos, tanto na Etapa 3, quanto na Etapa 4, mas os novos conceitos inseridos na Etapa 3 não foram mantidos na Etapa 4. Em ambas as etapas, a referida dupla não inseriu exemplos em seus mapas.

Figura 13 - Mapa conceitual elaborado pela dupla Papagaio na Etapa 4 (a) e reconstruído para melhor visualização (b)



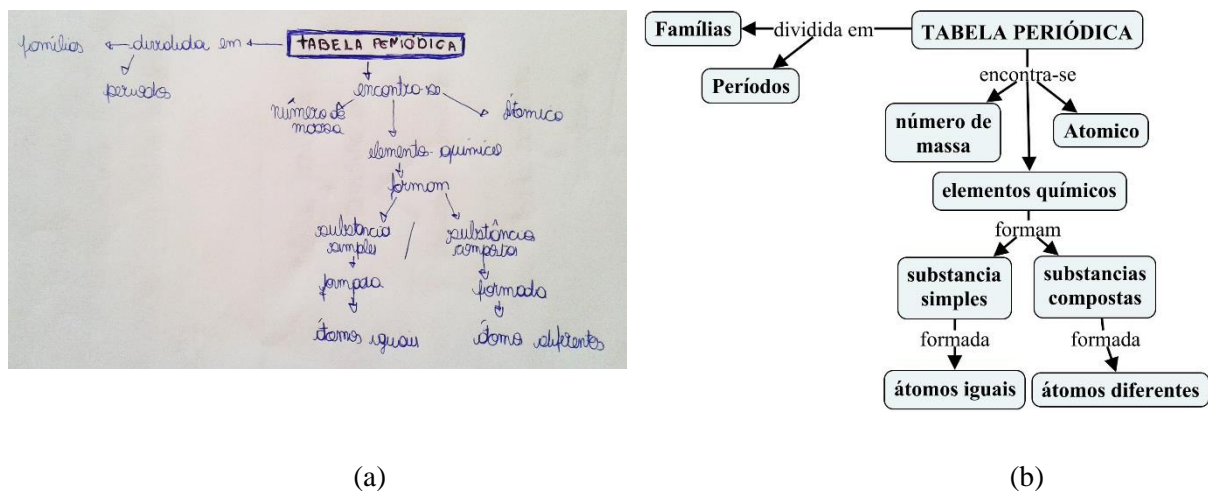
(a)

(b)

Fonte: Os autores (2019).

A dupla Tucano não participou das três Etapas anteriores, pois não eram estudantes da escola. Porém, durante o desenrolar da Etapa 4, conseguiram desenvolver todas as etapas anteriores e, ainda, construíram o mapa conceitual mostrado na Figura 14.

Figura 14 - Mapa conceitual elaborado pela dupla Tucano na Etapa 4 (a) e reconstruído para melhor visualização (b)



Fonte: Os autores (2019).

O fato dessa dupla ter conseguido cumprir todas as etapas de forma satisfatória logo no primeiro contato com essa metodologia, evidencia que a estratégia proposta para a elaboração de mapas conceituais permite uma rápida compreensão de como utilizar tal técnica, em um intervalo de tempo menor do que aquele presenciado em nossas experiências profissionais com esse tipo de recurso didático.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as análises das etapas desenvolvidas pelas duplas de estudantes participantes dessa pesquisa, foi possível perceber que os estudantes se envolveram com a atividade proposta, conseguiram entender a ideia subjacente aos mapas conceituais e elaboraram seus primeiros mapas sem grandes dificuldades.

Como os próprios estudantes relataram, a maior dificuldade foi elaborar as frases para relacionar os conceitos propostos; assim, pode-se inferir que haviam problemas conceituais, pois os estudantes não haviam compreendido completamente que um conceito pode/poderia estar relacionado a vários outros conceitos ao mesmo tempo. A consequência disso é a dificuldade em elaborar um mapa conceitual ramificado, visto que as frases elaboradas inicialmente estavam conceitualmente corretas.

Para a (re)construção dos mapas conceituais (Etapas 3 e 4), a principal dificuldade estava em não repetir a escrita dos conceitos e sim relacioná-los por meio dos verbos de ligação.

Nesse contexto, pode-se dizer que também havia problemas de ordem procedimental para a construção dos mapas.

A incorporação de novos conceitos e exemplos de forma espontânea evidencia que os estudantes mantiveram e aprofundaram as relações entre os conceitos inicialmente propostos e os novos conceitos da quarta Etapa, o que sugere uma aprendizagem conceitual desse conteúdo da disciplina de Ciências. Este fato é ratificado pela presença de mais ramificações nos mapas construídos na Etapa 4, o que indica que a aprendizagem tornou-se mais significativa para os estudantes.

Com o uso dessa estratégia nas aulas de ciências, é possível que os estudantes desenvolvam uma aprendizagem conceitual dos conteúdos, além de desenvolver habilidades procedimentais de como elaborar mapas conceituais de qualquer temática.

Como os estudantes conseguiram logo nas primeiras etapas elaborar seus mapas conceituais sem grandes dificuldades e aprofundaram a técnica posteriormente, entendemos que a metodologia proposta nesse trabalho tem um grande potencial de uso regular para a construção de mapas conceituais por iniciantes ou não especialistas. Tal estratégia envolve tanto a aprendizagem procedimental quanto a conceitual que são importantes para a aprendizagem de Ciências.

Além disso, a aprendizagem por descoberta orientada, como foi realizada nas Etapas 1, 2 e 3 é viável para estudantes nesse nível de ensino, visto que os conceitos inicialmente propostos para a elaboração dos mapas conceituais não foram trabalhados em sala de aula, mas mesmo assim, os estudantes conseguiram elaborar frases, proposições e mapas conceitualmente corretos.

Aspectos que podem dificultar o uso dessa metodologia incluem a questão do conhecimento e experiência do professor com a criação e uso de mapas conceituais, o índice de faltas de estudantes às aulas e a dificuldade de manutenção das turmas, pelas rotineiras mudanças de estudantes de sala ou de escola.

Uma possibilidade de sanar a questão da dificuldade em relação ao conhecimento e experiência do professor com o uso de mapas conceituais, considera-se relevante que o mesmo pesquise sobre as potencialidades e dificuldades do uso e construção dos mapas conceituais na literatura, ou busque esse conhecimento com especialistas no tema ou com colegas que já usam essa técnica em suas aulas. Como prática para adquirir experiência na técnica de mapas conceituais, sugere-se que o professor os utilize regularmente no planejamento didático de suas aulas.

A metodologia proposta nesse trabalho, apresenta o caráter recursivo dos mapas conceituais ao propor e aplicar a Etapa 4 – Reconstrução dos Mapas Conceituais, pois nessa Etapa os estudantes (re)formulam novas frases e proposições com todos os dez conceitos abordados na proposta, além disso a iniciativa da professora em recolher e analisar cada Etapa desenvolvida pelos estudantes também se configura como caráter recursivo, sendo que os estudantes devem fazer as correções de cada Etapa antes de prosseguir para a Etapa seguinte. O objetivo é analisar, corrigir, fazer novas estruturações das proposições para a finalização dos mapas conceituais.

A proposta aqui apresentada também pode contribuir com a inovação didático-pedagógica dos professores no sentido de implantar, em suas aulas, estratégias de ensino e de avaliação conceitual e procedimental dos alunos com uso de mapas conceituais.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 2, p. 141-157, 2013.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. C. (Orgs.) **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, p. 19-33, 2006.
- CONRADTY, C.; BOGNER, F. X. Implementation of concept mapping to novices: reasons for errors, a matter of technique or content? **Educational Studies**, v. 36, n. 1, p. 47-58, 2010.
- FERRÃO, N. S.; MANRIQUE, A. L. O uso de mapas conceituais como elemento sinalizador da aprendizagem significativa em Cálculo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 1, p. 193-216, 2014.
- HILBERT, T. S.; RENKL, A. Concept mapping as a follow-up strategy to learning from texts: what characterizes good and poor mappers? **Instructional Science**, v. 36, n.1, p. 53-73, 2008.
- IHMC. Institute for Human & Machine Cognition. Learning to Build Concept Maps (For Beginners). Disponível em < <https://cmap.ihmc.us/cmaptools/>>. Acesso em 09/07/2019.
- MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1984.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A. Teoria Subjacente aos Mapas Conceituais e como Elaborá-los e Usá-los. **Práxis Educativa**, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

ROSA, I. S. C.; LANDIM, M. F. Mapas conceituais no ensino de Biologia: Um estudo sobre aprendizagem significativa. **Scientia Plena**, v. 11, n. 03, 2015.

SEQUEIRA, M.; FREITAS, M. Os “mapas de conceitos” e o ensino-aprendizagem das Ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, Portugal, v. 2, n. 3, p. 107-116, 1989.

SILVEIRA, F. A.; VASCONCELOS, A. K. P.; SAMPAIO, C. G.; SANTOS, M. B. Uso de mapas conceituais como instrumento de avaliação segundo o contexto da aprendizagem significativa. **Caminhos da Educação Matemática em Revista/Online**, v. 8, n. 2, p. 62-76, 2018.

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

TORRES, P. L.; MARRIOTT, R. C. V. Mapas conceituais e sua aplicação no ensino online de línguas. In: OKADA, A (org.). **Cartografia cognitiva: mapas do conhecimento para pesquisa, aprendizagem e formação docente**. Cuiabá: KCM, 2008. p. 211-226.

Recebido em 09/08/2019; Aceito após revisão em 17/03/2020.