



ANÁLISE DE MAPAS CONCEITUAIS NO ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA

Analysis of Concept maps in Teaching Chemical Kinetics

Camila Santos Gomes¹

Natany Dayani de Souza Assai²

Viviane Arrigo³

Resumo: O presente estudo situa-se no campo da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e o uso de mapas conceituais para o Ensino de Química. Assim, busca-se identificar evidências de aprendizagem de uma aluna do Ensino Médio sobre Cinética Química, a partir da elaboração de mapas conceituais. Os dados analisados nessa investigação consistem nos mapas elaborados pela aluna: MC1, MC2 e MC3, assim como no mapa de referência elaborado pela professora. A metodologia de análise pautou-se na Análise de Conteúdo. O confronto dos mapas evidenciou uma evolução em vários aspectos, como: conteúdo, organização e estética do mapa, elaboração de proposições, o estabelecimento de relações conceituais e a construção de relações cruzadas. Constatamos que a construção processual de mapas conceituais oportunizou à professora acompanhar a evolução conceitual da aluna, assim como ferramenta de autoavaliação para a própria estudante. Defende-se que a construção de mapas conceituais neste formato contribui para a aprendizagem significativa em aulas de química.

Palavras-chave: Mapa conceitual. Aprendizagem significativa. Velocidade das reações. Educação química.

Abstract: The present study is situated in the field of Ausubel's Theory of Meaningful Learning and the use of concept maps for Chemistry Teaching. Thus, we seek to identify evidence of a high school student's learning about Chemical Kinetics, based on the elaboration of conceptual maps. The data analyzed in this investigation consist of maps prepared by the student: MC1, MC2 and MC3, as well as the reference map prepared by the teacher. The analysis methodology was based on Content Analysis. The confrontation of the maps showed an evolution in several aspects, such as: content, organization and aesthetics of the map, elaboration of propositions, the establishment of conceptual relationships and the construction of cross-relationships. We found that the procedural construction of concept maps allowed the teacher to follow the students' conceptual evolution, as well as a self-assessment by the students themselves. It is

¹ Licenciada em Química na Universidade Federal Fluminense (UFF), Técnico em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, campus Itaperuna. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5339-7369>. E-mail: gomes_camila@id.uff.br

² Docente do Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal Fluminense (UFF), Volta Redonda. Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0851-9187>. E-mail: natanyassai@id.uff.br

³ Docente do Departamento de Química da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0683-8387>. E-mail: viviane_arrigo@hotmail.com

argued that the construction of concept maps in this format contributes to meaningful learning in chemistry classes.

Keywords: Concept map. Meaningful learning. Rate of reactions. Chemistry Education.

1 Introdução

Muito se considerou sobre a necessidade de entender melhor as relações entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios dos alunos, consideradas cruciais para a aprendizagem significativa. Dessa forma, esse estudo está embasado na teoria da Aprendizagem Significativa (AS) de Ausubel, uma teoria considerada cognitivista e construtivista que surgiu na década de 60, na qual discute-se sobre o processo de aquisição do conhecimento (MOREIRA, 1999).

Segundo Ausubel a Aprendizagem Significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Dessa teoria surgem os mapas conceituais, recursos esquemáticos que têm por objetivo representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições, desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa (NOVAK; GOWIN, 1996). Neste sentido, tais recursos são empregados com frequência em aulas de química, para possibilitar aos alunos a compreensão dos conceitos a partir do entendimento das relações existentes entre os mesmos (TRINDADE; HARTWIG, 2012).

Como este estudo está voltado para o ensino de Cinética Química, compreende-se que mapas conceituais possibilitam a compreensão do conteúdo para além da memorização de conceitos e/ou teorias, proporcionando condições favoráveis à aprendizagem significativa. Portanto, objetiva-se nesta investigação identificar evidências de aprendizagem de uma aluna do Ensino Médio sobre Cinética Química, a partir da elaboração de mapas conceituais.

2 Fundamentação teórica

2.1 O estudo de cinética química

Segundo Pozo e Crespo (2009) o objetivo do ensino de Química na Educação Básica está centrado no estudo da matéria, suas características, propriedades e transformações, a partir da sua composição íntima (átomos, moléculas e estruturas). No entanto, ressaltam algumas dificuldades mais comuns apresentadas pelos alunos, dentre as quais está a atribuição de propriedades macroscópicas a átomos e moléculas e a dificuldade para interpretar o significado de uma equação química ajustada (POZO e CRESPO, 2009).

Neste viés, Rosa e Schnetzler (1998) apontam que no estudo de cinética química, a principal dificuldade dos alunos diz respeito à interpretação submicroscópica das reações químicas. Segundo as pesquisadoras poucos estudantes empregam os conceitos de átomos e moléculas em seus raciocínios sobre reação e cinética química, evidenciando dificuldade em extrapolar o nível fenomenológico, ou seja, diferenciar propriedades macro e microscópicas para um mesmo modelo que explique determinado conceito químico (ROSA; SCHNETZLER, 1998).

O estudo de cinética química está relacionado com a velocidade na qual as reações ocorrem em um determinado intervalo de tempo, ao passo que algumas reações são muito

rápidas, como as explosões que ocorrem em frações de segundos, e outras são muito lentas, como a corrosão do ferro que pode levar anos (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005). Deste modo, a aprendizagem deste conteúdo requer a compreensão acerca da velocidade com que as partículas (átomos, moléculas ou íons) se transformam em diferentes reações químicas presentes em situações cotidianas, como o amadurecimento de frutas, a corrosão de portões e janelas, a dissolução de um comprimido efervescente, o funcionamento dos airbags, entre outras, a fim de relacionar aspectos macro e microscópicos do conteúdo.

Autores como Justi e Ruas (1998), Klinger e Bariccatti (2007) e Assai e Freire (2017) versam sobre o ensino e aprendizagem desse conteúdo. Justi e Ruas (1998) e Assai e Freire (2017) discutem que os alunos se limitam a explicações advindas do universo macroscópico para explicar a rapidez ou a lentidão de uma reação química, apresentando dificuldade em elaborar modelos explicativos que relacionem situações cotidianas à velocidade das reações em um nível representacional e microscópico.

Segundo os autores, aulas expositivas e propor atividades que não levam em conta as ideias prévias dos alunos e a ausência de articulação dos conceitos a situações do cotidiano influenciam diretamente na aprendizagem dos estudantes. Nesse viés, Klinger e Bariccatti (2007) defendem a utilização de recursos didáticos, como a experimentação e a elaboração de mapas conceituais, para discutir conceitos de cinética química e promover a aprendizagem significativa.

2.2 Aprendizagem significativa e mapas conceituais

Illeris (2007) discute que a aprendizagem pode ser definida de maneira ampla, como qualquer processo que leve a uma mudança permanente em capacidades e que não se deva unicamente ao amadurecimento biológico ou ao envelhecimento. Segundo o autor, esse processo ocorre mediante a integração de dois processos distintos: um processo externo de interação entre o aprendiz e seu ambiente social, cultural ou material, e um processo psicológico interno de elaboração e aquisição do conhecimento (ILLERIS, 2007). Quando nos referimos a aprendizagem, estamos falando de algo singular a cada indivíduo, ou seja, cada aluno irá aprender determinado conceito a sua própria maneira de atribuir significados mediante a sua relação com os processos externos e internos apontados por Illeris.

Em um de seus trabalhos, Moreira (2011) ressalta a existência de dois tipos de aprendizagem: a mecânica, que implica em memorizar e decorar os conceitos, sem estabelecer uma ligação do novo conteúdo com aspectos da estrutura cognitiva e; a significativa, que se pauta justamente no estabelecimento dessa ligação dos novos conceitos com conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

De acordo com Moreira (2011) e Ausubel (2003) duas são as situações necessárias para se ter uma aprendizagem significativa: a primeira diz respeito ao conteúdo, que deve possuir sentido e significado lógico para o aluno, já a segunda refere-se ao aluno, que deve possuir conhecimento prévio e estar suscetível a construir novos conhecimentos. Os conhecimentos prévios são denominados conceitos subsunçores ou conceitos âncoras. Segundo Tavares (2004) quando a aprendizagem significativa ocorre, o aprendiz transforma o significado lógico do conteúdo em significado psicológico. Vale ressaltar que para Ausubel (2003) o ponto mais importante para uma aprendizagem é a segunda situação listada acima, ou seja, o aluno possuir os subsunçores necessários para conectá-los ao novo conhecimento.

Contudo, uma forma de apontar a aprendizagem significativa, ou seja, de diferenciarmos se a aprendizagem está ocorrendo significativamente é através de novas metodologias de

avaliação que apresentem problemas ou questões de maneira inovadora, não familiar (MOREIRA, 2011), se desatando de métodos de reprodução e memorização. Baseado nisso, Novak e Canãs (2010) propõem recursos esquemáticos que têm por objetivo representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições, desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa.

Segundo Novak e Gowin (1996) os mapas conceituais são instrumentos extraordinariamente eficazes para revelar a existência de concepções alternativas, visto que os mapas conceituais, ou também chamados de mapas de conceitos, são diagramas que apontam as relações entre termos e/ou palavras utilizadas para retratar conceitos. Deste modo, é possível entender o mapa conceitual como um instrumento utilizado para interligar os conceitos que serão tratados sobre algum assunto (MOREIRA, 2011).

Os mapas conceituais foram desenvolvidos em 1972 por Joseph D. Novak, tendo como principal objetivo, “assimilar o modo como as crianças compreendiam a ciência, tendo como referência a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel” (FIALHO; VIANNA; SCHMITT, 2018, p. 269).

Segundo Carabetta-Júnior (2013, p. 444) três são as características próprias dos mapas conceituais:

(a) hierarquização: os conceitos se encontram dispostos em ordem de importância, sendo que os mais inclusivos estão na parte superior e ligados a distintos níveis de concretude; (b) seleção: contém uma síntese gráfica dos aspectos mais importantes de um texto; (c) impacto visual: unidimensional — com apenas alguns conceitos dispostos de forma vertical; bidimensional — com conceitos dispostos vertical e horizontalmente; ou tridimensional — com conceitos e suas relações em três dimensões (CARABETTA-JÚNIOR, 2013, p. 444).

Com relação a hierarquização, os conceitos mais gerais e mais inclusivos devem situar-se no topo do mapa, com os conceitos cada vez mais específicos, menos inclusivos, colocados sucessivamente abaixo deles. No entanto, Moreira (2011) aponta que este é apenas um modelo, pois o que de fato caracteriza um mapa conceitual é a clareza existente na relação entre os conceitos gerais e os específicos; sem a necessidade deste tipo de hierarquia. Setas podem ser utilizadas para dar um sentido de direção a determinadas relações conceituais, mas não obrigatoriamente (NOVAK e GOWIN, 1996).

Portanto os autores defendem o princípio da diferenciação progressiva, que diz respeito à organização dos conceitos do mais geral para os específicos e da reconciliação integrativa que ressalta a necessidade de o aluno criar e recriar relações conceituais como forma de integrar os significados emergentes de modo harmonioso com os demais.

Outro ponto a ser elencado diz respeito à escolha dos conceitos, ou seja, a identificação dos conceitos básicos da matéria e como eles estão estruturados. Já com relação ao impacto visual do mapa, há a necessidade de organização das setas e dos conceitos, garantindo tanto a qualidade estética e visual do mapa, quanto respeitando as relações conceituais na formação das proposições.

À vista disso, Delamuta e colaboradores (2018) reiteram que as características básicas como hierarquização, palavras de ligação, diferenciação progressiva, podem ser utilizadas como critérios para analisar e elucidar a informação dada pelo aluno no mapa com a finalidade de obter evidências de aprendizagem significativa.



Pesquisas de autores tais como Trindade e Hartwig (2012), Delamuta e colaboradores (2018), Dantas e Silva (2021), discutem acerca da importância dos mapas conceituais no Ensino de Química. Trindade e Hartwig (2012) utilizam estratégias diversificadas para abordar o conteúdo de Ligações Químicas com alunos do 1º ano do Ensino Médio, entre os quais o mapa conceitual ocupou espaço central no processo de ensino e aprendizagem dos alunos. Os autores ressaltam que o mapa conceitual é válido para examinar a organização conceitual que os alunos assimilaram após um período instrucional, argumentando sobre a necessidade de incorporar tal instrumento gradualmente no cotidiano escolar, visando que a aprendizagem significativa ocupe lugar na escola desde os primeiros anos de formação dos estudantes.

Nesse sentido, Delamuta e colaboradores (2018) reforçam sobre a importância em capacitar os professores sobre essa estratégia, a fim de utilizá-los em suas aulas de Química. Nesse sentido, os autores propõem e realizam um curso de formação continuada para professores de Química em exercício no Ensino Médio.

Entretanto, as produções acerca da implementação de mapas conceituais nas escolas ainda é um tema incipiente no Ensino de Química, como afirmam Dantas e Silva (2021). Ao realizar um levantamento bibliográfico dos anais do Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ entre 2012-2018, os autores evidenciaram que há uma pequena quantidade de publicações sobre a temática nesse período. As justificativas elencadas pelos autores remetem a aspectos também identificados por Aguiar e Correia (2013): i) compreensão teórica do teórico professor sobre os mapas conceituais e sobre a aprendizagem significativa, ii) ausência de prática do professor em elaborar e avaliar mapas conceituais; e conseqüentemente, iii) dificuldade em treinar os alunos a elaborarem mapas conceituais e identificar mapas conceituais indicando parâmetros de qualidade conceitual.

A partir desse viés, intenciona-se nessa investigação, apresentar uma proposta de ensino implementada no Ensino Médio, visando minimizar essas lacunas no que se refere a implementação de mapas conceituais para abordar conceitos químicos.

3 Encaminhamentos metodológicos

O presente estudo deriva da aplicação de uma Unidade Didática (UD) sobre Cinética Química norteadas pelo tema “A deterioração dos alimentos”, desenvolvida por uma licencianda de um curso de Licenciatura em Química de universidade pública do Rio de Janeiro. Com duração de 8 horas/aula, a referida UD foi aplicada em uma turma da 2ª série do Ensino Médio, composta por 40 alunos de uma escola pública de Londrina – PR de forma remota, conforme a organização apresentada no Quadro 1⁴.

Quadro 1 - Quadro geral de organização da unidade didática

Aulas	Ações Realizadas	Atividades
Aula 1	- Apresentação da temática - Explicação sobre o Estudo de caso e os Mapas Conceituais; - Aporte teórico sobre cinética química;	ATV 1 (estudo de caso)
		Orientações para MC (1)

⁴ Todos os materiais produzidos pelos alunos, os quais constituem o acervo da pesquisa, estão em um drive a ser disponibilizado mediante solicitação e aprovado em comitê de ética.



Aulas	Ações Realizadas	Atividades
Aula 2	- Explicação sobre os conceitos da Lei cinética;	Produção de MC (1)
Aula 3	- Exposição sobre os conceitos da Teoria das colisões; - Aplicação da Lista de Exercícios 1;	Entrega de MC(1)
		Orientações para MC (2)
Aula 4	- Elucidação sobre os conceitos de Concentração e Temperatura; - Experimento demonstrativo dos fatores concentração e temperatura;	Elaboração de MC (2)
Aula 5	- Apresentação de alguns modelos de mapas; - Retirada de dúvidas sobre a confecção dos mapas; - Explicação sobre os conceitos de Superfície de Contato; - Experimento demonstrativo do fator superfície de contato;	Elaboração de MC(2)
Aula 6	- Discussões de dúvidas sobre os mapas e o estudo de caso; - Exposição sobre os conceitos de Catalisador e mecanismos; - Experimento demonstrativo do fator catalisador;	Entrega MC(2)
		Orientações para MC(3)
Aula 7	- Discussões de dúvidas sobre os mapas conceituais; - Retomada dos conceitos aprendidos durante as aulas;	Elaboração de MC(3)
Aula 8	- Discussões finais sobre os mapas conceituais e o estudo de caso; - Leitura e discussão da ATV (3) do novo contexto.	ATV (3) (Novo estudo de caso) Entrega MC(3)

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Dentre as atividades realizadas, uma delas consistiu na elaboração de mapas conceituais pelos alunos no decorrer das aulas. Os mapas (MC1, MC2 e MC3) foram sendo construídos pelos alunos conforme eram trabalhados os conceitos de cinética química, no qual o MC3 constitui o mapa que engloba todo o conteúdo abordado. Esse processo desenvolvido por etapas teve como objetivo possibilitar que os alunos representassem a evolução das suas ideias acerca do conteúdo de Cinética Química. Portanto, tais mapas constituem os dados desta investigação. Para isso, foi construído um mapa de referência (MR) em que foram sistematizados todos os conceitos abordados na UD (Figura 1).



Como é possível observar, MR é dividido em quatro cores, sendo elas: alaranjado, amarelo, verde e azul. Cada cor representa a organização dos conceitos abordados: o destaque em alaranjado para o conteúdo principal. Já a cor amarela engloba os conceitos trabalhados nas duas primeiras aulas (velocidade das reações, lei cinética e energia de ativação), caracterizando o MC1 solicitado aos alunos ao final da Aula 2. A cor verde engloba os conceitos trabalhados nas duas primeiras aulas, incluindo a Teoria das Colisões e os fatores concentração e temperatura, portanto abrange o conteúdo trabalhado nas cinco primeiras aulas e caracteriza o MC2 solicitado aos alunos ao final da Aula 5. A cor azul engloba todos os conceitos abordados anteriormente incluindo os fatores superfície de contato e catalisador, portanto abrange o conteúdo abordado nas 8 aulas e caracteriza o MC3 solicitado aos alunos ao final da Aula 8.

MR apresenta as palavras dentro de um retângulo, apenas para facilitar a visualização das palavras, indicando assim a relação de significado entre os conceitos. A respeito da hierarquização, MR apresenta os tópicos em forma de árvore, seguindo a ideia de que os conceitos mais específicos e importantes são propostos acima dos conceitos subordinados, o que acaba por ser uma evidência da diferenciação progressiva.

A análise dos dados ocorreu mediante os pressupostos da Análise de Conteúdo de Bardin (2016), que compreende três fases distintas: a) pré-análise; b) exploração do material; c) tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

A pré-análise ocorreu mediante a leitura flutuante do material e escolha do corpus de análise. De acordo com Bardin (2016, p.126) “o corpus é o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos”. Ressaltando a importância da seleção dos dados e da representatividade das informações que darão origem ao corpus, e se tratando de uma pesquisa qualitativa, o material coletado que constitui a análise desse estudo são os mapas conceituais (MC1, MC2 e MC3) produzidos por uma aluna codificada como Maria, escolhida por ter participado de todas as etapas de construção dos mapas, corroborando ao objetivo principal desta investigação.

Na etapa de exploração de material realizou-se a categorização dos mapas produzidos, já que segundo Flick (2009, p. 291) trata-se de uma etapa para se realizar uma análise qualitativa de conteúdo:

Uma de suas características essenciais é a utilização de categorias, as quais são normalmente obtidas a partir de modelos teóricos: as categorias são levadas para o material empírico e não necessariamente desenvolvidas a partir deste, embora sejam reiteradamente avaliadas em contraposição a esse material e, se necessário, modificadas (FLICK, 2009, p. 291).

Nesse caso, as categorias surgiram a partir de dois movimentos: elaboração do mapa de referência (MR) e análise dos mapas de Maria, dos quais surgiram as seis categorias de análise. Estas categorias estão descritas no Quadro 2 e foram inspiradas nos trabalhos de Trindade e Hartwig (2012) e Delamuta (2017).

Quadro 2 - Categorias para a análise do mapa conceitual

Categorias	Descrição dos critérios das categorias
C1 - Conceitos Básicos	O mapa deve conter os conceitos básicos trabalhados em sala de aula;



Categorias	Descrição dos critérios das categorias
C2 - Diferenciação progressiva	Há uma diferenciação conceitual entre os conceitos específicos e os subordinados;
C3 - Proposições	A relação entre os conceitos é indicada pela linha que os une, assim como pelas palavras de ligação, ou seja, possui significado lógico.
C4 - Hierarquização	O mapa segue uma sequência entre os conceitos em forma de árvore cujo o conceito abaixo é menos geral do que o conceito acima dele;
C5 - Exemplos	Exemplos apropriados para o tema que apresentam validade de acontecimentos ou objetos concretos;
C6 - Estética e clareza do mapa	O mapa precisa ser legível, claro, com os conceitos dispostos dentro de formas;

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Por fim, adentramos a etapa de interpretação e inferência dos resultados, apresentados na próxima seção.

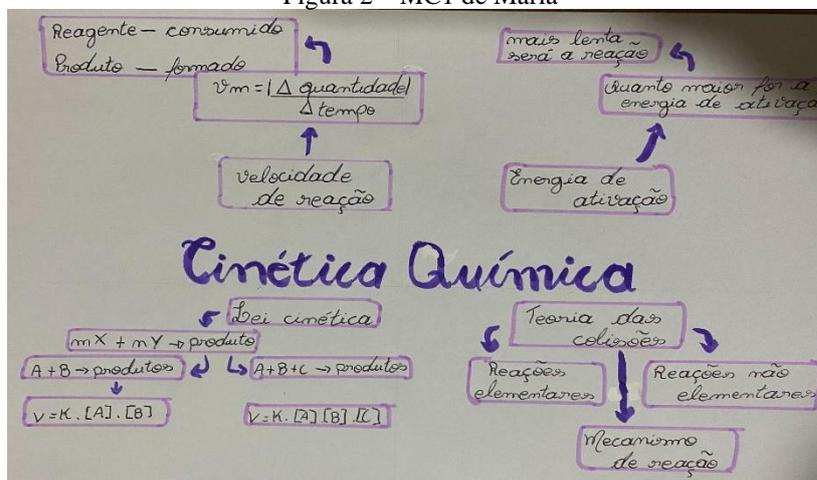
4 Resultados e discussão

Os mapas conceituais constituem diagramas que buscam estabelecer uma relação entre conceitos, no sentido de auxiliar na compreensão do conteúdo de interesse. Nesse sentido, mapas conceituais não possuem uma estrutura rígida, conferindo uma variação estética na organização e confecção dos mesmos (MOREIRA, 2011). A seguir apresenta-se a análise de MC1, MC2 e MC3, elaborados por Maria, com base nas categorias estabelecidas: C1- Conceitos básicos; C2- Diferenciação progressiva; C3- Proposições; C4- Hierarquização; C5- Exemplos e; C6- Estética e clareza dos mapas.

4.1 Análise de MC1

Na Figura 2 apresentamos o MC1 elaborado por Maria.

Figura 2 – MC1 de Maria



Fonte: Arquivos da pesquisa (2021)

Com relação a C1 – Conceitos Básicos – era esperado que o MC1 envolvesse os assuntos sobre velocidade da reação, lei cinética e energia de ativação. Podemos observar que o MC1 de Maria apresenta todos esses conceitos, além do conceito de teoria das colisões, que deveria aparecer somente em MC2. No entanto, tomando como base as relações conceituais apresentadas em MCR, percebe-se no mapa da aluna um desdobramento conceitual dos conceitos gerais para os específicos bastante limitado. Por exemplo, para os conceitos de velocidade de reação e lei cinética ela se restringe a relações matemáticas, o que demonstra evidências de uma aprendizagem mecânica. Já para os conceitos de teoria das colisões e energia de ativação verifica-se uma limitação conceitual, pois não há uma tentativa de construir uma definição para os conceitos, evidenciando novamente uma aprendizagem mecânica. Acerca dessas limitações, Gomes, Caetano e Lopes (2017) reiteram a importância de utilizar estratégias baseadas na Teoria da Aprendizagem Significativa para o ensino de Ciências, nesse caso os mapas conceituais, para identificar as ideias preexistentes na rede cognitiva do sujeito, num contexto de significação de conceitos, os quais poderiam ser resgatados sempre que necessário.

Deste modo, nas categorias C2 – Diferenciação progressiva e C4 – Hierarquização – que dizem respeito a organização do mapa a partir de um conceito mais amplo para conceitos mais específicos e a necessidade de haver uma sequência entre esses conceitos, seja de forma vertical, horizontal ou diagonal, verifica-se no MC1 da aluna uma tentativa em estabelecer tal hierarquia, porém, essa organização apresenta-se limitada por não relacionar todos os conceitos necessários à compreensão dos tópicos mais abrangentes, velocidade de reação, lei cinética, energia de ativação e teoria das colisões.

Essa limitação está relacionada à ausência de palavras de ligação, que se referem à categoria C3 – Proposições. Novak e Gowin (1996) explicam que uma proposição só é classificada como verdadeira quando uma palavra de ligação une dois conceitos e essa união origina uma ideia que tenha significado lógico. Como o MC1 não apresenta nenhuma palavra de ligação, pode-se considerar que não há proposições verdadeiras no mapa da aluna. De acordo com Davies (2011, apud AGUIAR, CORREIA, 2013) a ausência de um termo de ligação impede o entendimento da relação conceitual e produz um mapa mental, que se limita a representar a associação entre conceitos. Logo, é possível inferir que tal mapa sugere características de um mapa mental e não constitui um mapa conceitual em sua completude.

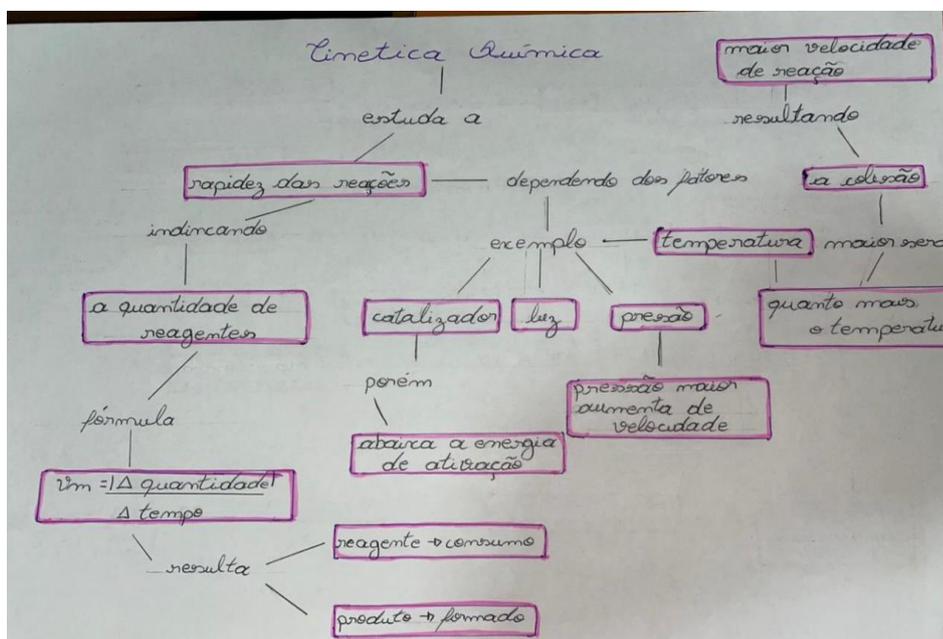
Por fim, a categoria C5 – Exemplos – ressaltamos que no decorrer das aulas foram apresentados exemplos de reações químicas do cotidiano, inclusive na primeira aula em que foi realizado um estudo de caso sobre o processo de amadurecimento dos tomates. Ao analisar o MC1 verifica-se que a aluna não faz referência em nenhum momento aos exemplos trabalhados em aula. Já com relação a categoria C6 – Estética e clareza do mapa – percebemos que o mapa da aluna apresenta os conceitos gerais dentro de caixas e uma escrita clara e objetiva, seguindo as orientações fornecidas aos alunos no primeiro dia de aula para a construção dos mapas. No entanto, a ausência de palavras de ligação limitou a apresentação do mapa. A esse respeito Davies (2011) discute que o que torna os mapas conceituais mais poderosos do que outros organizadores gráficos é a existência de relações conceituais. Logo, a falta de uma palavra/termo de ligação impede o entendimento da relação conceitual e limita o esquema a apresentar apenas a associação entre os termos e não uma proposição verdadeira (NOVAK; GOWIN, 1996).



4.2 Análise de MC2

Na Figura 3 apresentamos o MC2 elaborado por Maria.

Figura 3 – MC2 de Maria



Fonte: Arquivos da pesquisa (2021).

Com relação a C1 – Conceitos Básicos – era esperado que o MC2 envolvesse os assuntos trabalhados nas duas primeiras aulas incluindo a teoria das colisões e os fatores que alteram a velocidade das reações, em especial a concentração e a temperatura. Podemos observar que no MC2 a aluna relaciona o catalisador, a luz, a pressão e a temperatura à rapidez das reações, ficando evidente que ela menciona outros fatores além dos que foram abordados nas aulas. Além disso, o fator concentração não aparece nessas relações. Neste caso, verifica-se que a aluna não focou no que de fato foi discutido e ainda apresentou relações conceituais superficiais, que não representam os efeitos dos fatores na ocorrência das reações químicas. Em síntese, apenas as relações conceituais referentes ao fator temperatura expressam uma explicação com base na teoria das colisões.

Deste modo, nas categorias C2 – Diferenciação progressiva – e C4 – Hierarquização – verifica-se que há uma tentativa de hierarquização diferente do MC1, em que ela organiza os conceitos no formato de árvore, com o conteúdo “Cinética Química” na parte superior e os conceitos específicos relacionados a ele por meio de relações horizontais e verticais. Podemos observar que ela apresenta o conceito de rapidez das reações de forma inter-relacionada a aspectos microscópicos como a quantidade de reagentes, assim como aspectos do universo representacional, como a equação matemática da velocidade média das reações. Concomitantemente, o mesmo conceito está articulado verticalmente a aspectos macroscópicos das reações, como os fatores que influenciam na sua velocidade. Percebe-se que ela avança em termos de organização conceitual, o que evidencia uma tentativa de estabelecer a diferenciação progressiva e a hierarquização dos conceitos, que nos fala Novak e Gowin (1996).

Na categoria C3 – Proposições – ao contrário de MC1 percebe-se que ela apresenta algumas palavras de ligação entre os conceitos, o que representa uma tentativa de construção

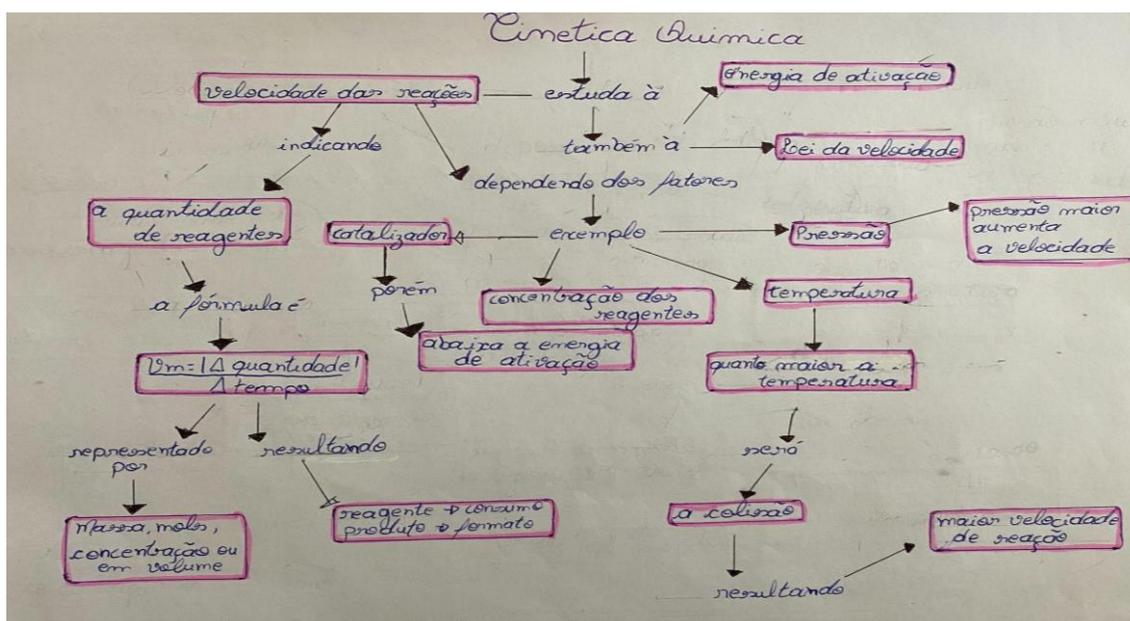
de proposições verdadeiras. No entanto, é perceptível uma fragilidade nas proposições construídas, assim como a ausência de palavras de ligação em algumas delas. Outro problema, são as palavras de ligação utilizadas, como por exemplo a palavra “fórmula” que por si só remete a ideia de equação matemática e, portanto, não caracteriza uma palavra de ligação. Aguiar e Correia (2013, p. 145) ressaltam que “[...] a presença de um termo de ligação sem verbo gera uma estrutura que não pode ser classificada como proposição”. Logo, algumas relações elaboradas por Maria ainda não constituem proposições.

Por fim, a categoria C5 – Exemplos – assim como no MC1 continuam ausentes no MC2. Já para a categoria C6 – Estética e clareza do mapa – a aluna mantém o padrão de deixar seu mapa o mais claro e legível possível, dispondo dos conceitos dentro de formas e trazendo palavras de ligação encaixadas entre as setas.

4.3 Análise de MC3

Na Figura 4 apresentamos o MC3 elaborado por Maria.

Figura 4 – MC3 de Maria



Fonte: Arquivos da pesquisa (2021).

Com relação a C1 – Conceitos Básicos – era esperado que o MC3 envolvesse os conceitos apresentados no MC1 e MC2, incluindo os dois últimos fatores que influenciam na velocidade das reações, catalisador e superfície de contato. Comparando este mapa com o MC1 e o MC2 percebe-se uma tentativa de aprofundamento conceitual pela aluna, sendo que ela apresenta todos os conceitos referentes ao MC1 (lei cinética, energia de ativação e lei da velocidade). No entanto, verifica-se a ausência do fator concentração e uma limitação no conceito de teoria das colisões, assim como no MC2. Neste caso, pode-se inferir que do MC1 para o MC3 é evidente o avanço conceitual da aluna, o que não se evidencia na comparação de MC2 para MC3. Há, portanto, um maior esforço cognitivo na construção de MC2 em relação a MC3, conforme discutem Aguiar e Correia (2013).

A respeito das categorias C2 – Diferenciação progressiva – e C4 – Hierarquização, verifica-se que enquanto o MC2 apresenta uma característica mais linear, destaca-se no MC3 uma tentativa de construção de uma rede por meio de ligações cruzadas, estimulando o processo de reconciliação integrativa, uma vez que, estimulam o pensamento criativo. Novamente verifica-se um maior esforço cognitivo da licencianda (AGUIAR; CORREIA, 2013).

Para a categoria C3 – Proposições – apesar de algumas setas não trazerem as palavras de ligação, a aluna busca explorá-las ao longo do seu mapa. No entanto, identifica-se um problema na parte superior do mapa, em que ela utiliza várias palavras de ligação conectadas entre si, o que não caracteriza uma proposição. Apesar dessa constatação, podemos verificar um maior comprometimento na elaboração de proposições verdadeiras, uma vez que ela explora as palavras de ligação para estabelecer algumas ligações cruzadas, mesmo que de forma errônea em alguns momentos.

A categoria C5 – Exemplos – assim como no MC1 e no MC2 continuam ausentes no MC3. Já na categoria C6 – Estética e clareza do mapa – verifica-se que ela manteve o padrão organizacional de MC1 e MC2 (linhas, setas e caixas), sendo que a medida em que ela inclui mais conceitos é feita uma alteração na disposição dos mesmos, tornando o mapa mais ramificado. Logo, inferimos que o avanço revelado por Maria na construção dos mapas evidenciou-se pela tentativa de uma maior exploração conceitual, ao passo que a aluna buscou estabelecer proposições verdadeiras e representá-las por meio de ligações cruzadas, construindo um mapa final mais completo e detalhado em termos conceituais. Ao contrário disso, verificou-se pouca preocupação da aluna com a estética e a apresentação de exemplos, o que em nossa concepção não compromete tanto a qualidade do mapa quanto a ausência de proposições verdadeiras, pois são as relações conceituais que atribuem mais qualidade e potencialidades aos mapas.

5 Considerações Finais

Com o objetivo de investigar evidências de aprendizagem de uma aluna do Ensino Médio sobre Cinética Química, a partir da elaboração de mapas conceituais, o presente estudo apresentou resultados acerca da implementação de mapas conceituais de forma processual para abordar conceitos químicos.

Comparando os três mapas construídos pela aluna é possível notar uma evolução em vários aspectos, como: o conteúdo, a organização e estética do mapa, a elaboração de proposições, o estabelecimento de relações conceituais e a construção de relações cruzadas. Isso evidencia um avanço em cinco das seis categorias, sendo a categoria C5 (Exemplos) a única que não se desenvolveu devido à ausência de exemplos, o que pode advir da não participação das atividades contextualizadas, como o estudo de caso sobre o amadurecimento de tomates.

O mapa de referência norteou não apenas o planejamento da professora, como também guiou o desenvolvimento das suas aulas e, concomitantemente, auxiliou a estabelecer parâmetros de orientação para os alunos elaborarem suas versões dos mapas. Consequentemente, utilizar o mapa de referência e distintas versões dos mapas conceituais possibilitou à professora parâmetros de avaliação acerca da evolução conceitual dos alunos sobre os conceitos abordados, ou seja, marcando a importância do mapa conceitual como instrumento avaliativo.

O processo de construção dos mapas a medida em que o conteúdo foi sendo abordado oportunizou que a professora acompanhasse a evolução conceitual dos alunos, assim como

