

## Mapas Conceituais Colaborativos: uma ferramenta metacognitiva à aprendizagem sobre a História da Química

Collaborative Concept Maps: a metacognitive tool for learning about the History of Chemistry

Mapas Conceptuales Colaborativos: una herramienta metacognitiva para el aprendizaje de la Historia de la Química

Maria das Graças Cleophas 

Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.  
mgcp76@gmail.com

Everton Bedin 

Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.  
everton.bedin@ufpr.br

*Recebido em 06 de abril de 2022*

*Aprovado em 17 de novembro de 2022*

*Publicado em 26 de setembro de 2023*

### RESUMO

Esta pesquisa investigou as potencialidades e as delimitações acerca do uso de Mapas Conceituais (MC) como ferramentas metacognitivas para o ensino e a aprendizagem da História da Química (HQ). Para tanto, elaborou-se uma proposta para o desenvolvimento de MC de forma colaborativa sobre temas previamente determinados da História da Química, com intuito de comparar os MC quando elaborados manualmente (modo analógico) e quando construído com auxílio do software CmapTools® (modo digital). Com base no desenho da proposta utilizada nesse estudo, formulou-se um modelo específico para o uso de MC em sala de aula de modo colaborativo. Empregou-se uma metodologia de natureza quali-quantitativa, que foi fundamental para validar as diferentes fases do processo de pesquisa, como coleta, análise e apresentação de dados. Os achados à luz da metacognição apontam que há nuances entre a construção de MC analógicos e MC digitais, as quais podem modificar a estrutura do conhecimento conceitual dos indivíduos.

**Keywords:** Ferramenta metacognitiva; História da Química; Colaboração.

## ABSTRACT

This research investigated the potentials and the boundaries regarding the use of Conceptual Maps (CM) as metacognitive tools for teaching and learning the History of Chemistry (HQ). Therefore, a proposal for the collaborative development of MC was elaborated on previously determined themes of the History of Chemistry, to compare the MC when prepared manually (analog mode) and when constructed with the aid of the CmapTools® software (digital mode). Based on the design of the proposal used in this study, a specific model for the use of CM in the classroom in a collaborative way was formulated. A qualitative-quantitative methodology was used, which was essential to validate the different phases of the research process, such as data collection, analysis and presentation. The findings in the light of metacognition point out that there are nuances between the construction of analog and digital CM, which can modify the structure of individuals' conceptual knowledge.

**Keywords:** Metacognitive tool; History of Chemistry; Collaboration.

## RESUMEN

Esta investigación investigó las potencialidades y limitaciones del uso de Mapas Conceptuales (MC) como herramientas metacognitivas para la enseñanza y el aprendizaje de la Historia de la Química (HQ). Para ello, se propuso desarrollar MC de manera colaborativa sobre temas previamente determinados de la Historia de la Química, con el objetivo de comparar los MC cuando se elaboran manualmente (modo analógico) y cuando se construyen con la ayuda del software CmapTools® (modo digital). Con base en el diseño de la propuesta utilizada en este estudio, se formuló un modelo específico para el uso de MC de manera colaborativa en el aula. Se empleó una metodología de naturaleza cuali-cuantitativa, que fue fundamental para validar las diferentes etapas del proceso de investigación, como la recopilación, el análisis y la presentación de datos. Los hallazgos en el contexto de la metacognición señalan que existen diferencias entre la construcción de MC analógicos y MC digitales, las cuales pueden modificar la estructura del conocimiento conceptual de los individuos.

**Palabras clave:** Herramienta metacognitiva; Historia de la Química; Colaboración.

## Introdução

A incorporação de estratégias eficazes em sala de aula que sejam capazes de mitigar aspectos que promovam uma aprendizagem mecânica dos alunos ainda é foco de pesquisas no ensino de química. Dito isto, a metacognição, ou o pensar sobre o pensamento, ou melhor, o conhecimento sobre a cognição, permite monitorar e controlar o processamento cognitivo e amplia espaços para ressignificar a forma de

como os alunos aprendem a colocar em prática o pensamento metacognitivo necessário para mobilizar o conhecimento químico em suas dimensões factual, conceitual, procedimental e metacognitiva (FAUZI, 2017). Nessa direção, a promoção de situações de aprendizagem em sala de aula que instiguem o conhecimento metacognitivo se torna essencial. Nesse viés, o mapeamento de conceitos vem ganhando destaque como ferramenta para a solução de problemas na educação científica porque os indivíduos quando sabem utilizar a consciência metacognitiva são capazes de planejar, sequenciar e monitorar seu aprendizado de uma maneira que melhora diretamente o desempenho (PRESSLEY; GHATALA, 1990), entretanto, percebe-se, que é indispensável que os professores incentivem o uso da metacognição em sala de aula, já que as “estratégias metacognitivas devem ser incorporadas por professores e alunos em todos os níveis educacionais” (CLEOPHAS; FRANCISCO, 2018, p. 11).

É cabível destacar que há várias formas de utilizar a metacognição nos espaços educativos. Neste artigo, em especial, se propõe o uso de uma “abordagem metacognitiva para a instrução” (BRANSFORD; BROWN; COCKING, 2000, p. 18) por meio da construção de Mapas Conceituais Colaborativos (MCC) à luz da aprendizagem sobre História da Química (HQ). Neste linear, a definição de MC é abrangente, mas, geralmente, é entendida como uma representação gráfica do conhecimento organizado hierarquicamente, que reflete o conteúdo da memória semântica de longo prazo de um indivíduo (JACOBS-LAWSON; HERSHEY, 2002). Ontoria et al. (1992), no que lhes concerne, consideram que o MC consiste em um recurso esquemático para representar um conjunto de significados conceituais incluídos numa estrutura de propósitos. Ainda nessa linha, Strautmane (2017) defende o uso do MC como uma possibilidade para externar a estrutura do conhecimento interna do aluno.

Para além da sua definição, os MC exercem uma função fundamental para a assimilação de conceitos abstratos pelos alunos, e estão fortemente apoiados em uma visão construtivista da aprendizagem, ancorada a noção de metacognição (HEWSON, 1996). Para Novak (1990), a aprendizagem metacognitiva ocorre sempre que uma pessoa adquire alguma estratégia geral que facilita a sua aprendizagem ou

compreensão de um dado conhecimento. O autor complementa que quando as ferramentas são usadas para promover aprendizagem, elas fomentam ganhos cognitivos e afetivos nos sujeitos. Similarmente, Pintrich e Schunk (2002) afirmam que quando os alunos conhecem os diferentes tipos de estratégias e de ferramentas de aprendizagem, pensamento e resolução de problemas, certamente, eles estão mais propensos a usá-los.

Dada a síntese descrita acima, nesse artigo, inicialmente revisa-se brevemente a importância dos MC como estímulo à metacognição para, na sequência, relacionar a importância desses num viés de colaboração como ferramenta cognitiva à promoção e à aquisição de conhecimento sobre temas atrelados à HQ, trazendo contribuições sobre as formas flexíveis de serem construídos. Todo este pano de fundo teórico é seguido por uma descrição e discussão da metodologia de pesquisa cuja questão-problema que impulsionou o desenvolvimento do estudo é: De que forma a utilização de Mapas Conceituais Colaborativos como ferramenta metacognitiva pode potencializar os processos de ensino e aprendizagem da História da Química? Finalmente, com base nas respostas sobre a pergunta de investigação, serão apresentadas as contribuições deste estudo para o campo da metacognição à luz das percepções de alunos pertencentes a um curso de formação inicial em Química sobre o processo de construção de Mapas Conceituais de modo colaborativo.

### **Mapa Conceitual Colaborativo (MCC): uma ferramenta metacognitiva para o ensino da História da Química**

Matuschek e Jansen (1985) defendem que a HQ pode ajudar os alunos a aprenderem sobre a química como parte da história intelectual e a sua posição na cultura. Em corroboração, Olsson, Balgopal e Levinger (2015) alertam que os equívocos dos alunos sobre a origem do conhecimento da ciência química podem ser resolvidos por meio do ensino da sua história. No entanto, é sabido que muitas vezes a HQ é deixada de lado para dar espaço à apresentação dos conteúdos sem haver uma estruturação histórica e social dos fatos que fazem parte fundamental da construção de todos os conceitos dessa ciência central. Logo, trazer a HQ para a sala de aula é uma maneira de ajudar os alunos na “compreensão da natureza da ciência” (OKI; MORADILLO, 2008, p. 67). Pela mesma razão, Padilla e Furio-Mas (2008)

fortalecem tal amparo após terem constatado em suas pesquisas que os professores se beneficiam com o refinamento de suas percepções científicas e com o aprendizado da epistemologia dos conceitos científicos ao terem acesso aos aspectos históricos da ciência Química. Em adição, Mota e Cleophas (2015) consideram que ao relacionar o conteúdo de Química com a sua história os professores têm em mãos a possibilidade de desenvolver aulas dinâmicas, instigantes e interessantes ao aproximar seus alunos da compreensão sobre a construção da história da própria Ciência.

Conforme destacado, os MC são ferramentas que ajudam os alunos a visualizarem um determinado tópico e organizar e estabelecer relações. Estruturalmente, os MC são constituídos de conceitos, palavras de ligação, proposições e ligações cruzadas ou *cross-links*. Sobre este último, Novak e Cañas (2006) sugerem que o processo de geração de *cross-links* envolve altos níveis de desempenho cognitivo. Com efeito, percebe-se que o uso de MC de cunho colaborativo para o entendimento sobre a HQ apresenta aspectos que devem ser destacados porque o diálogo e a articulação das ideias contribuem para compilar informações sobre os seus contextos históricos, favorece a identificação dos fatos mais importantes, a sua cronologia, etc., auxiliando os alunos a estruturar conceitos e a construir progressivamente representações mentais de resumos e conteúdos considerados complexos (NOVAK; CAÑAS, 2008).

Ademais, os MC são eficientes, dentre outros benefícios, para favorecer a assimilação de uma história que não seja desconecta ou multifacetada, isto, certamente, acarreta com que os processos cognitivos não sejam organizados como um *continuum* de complexidade crescente cognitiva (CHEVRON, 2014). Neste caminho, destaca-se que a construção de MCC vem sendo foco de pesquisas que demonstram potencial em ajudar os alunos a colaborar e a criar um esforço contínuo para construir e manter o conhecimento compartilhado ao resolver problemas (BASQUE; LAVOIE, 2006; GAO et al., 2007; GEORGE-WALKER; TYLER, 2014; SADITA et al., 2020).

Cabe destacar que foi diante de uma conjuntura de avanços das Tecnologia Digitais (TD) que a construção de MC ganhou praticidade devido à facilidade

tecnológica em criá-los. Assim, segundo Novak e Cañas (2006), a integração do mapeamento conceitual com a *World Wide Web* (WWW) levou ao desenvolvimento de um software que ampliou o potencial do mapeamento conceitual, que gradativamente foi evoluindo para a versão atual do CmapTools®, o qual vem sendo mundialmente utilizado nas escolas, universidades, etc. Os autores supracitados ainda mencionam que o desenvolvimento dessa ferramenta foi oriundo de resultados de um programa de pesquisa implantado na década de 1970, que estava sendo executado na Cornell University (localizada em Ithaca, Nova Iorque, Estados Unidos).

Tal software, na realidade, pode ser entendido como um kit de ferramentas que facilita a criação de MC em um computador ou notebook, utilizando aplicativos escritos em linguagem Java que oferece aos seus usuários a possibilidade de construir, navegar, compartilhar e discutir criticamente, de modo gratuito. No entanto, como desvantagem, o software requer instalação em um computador do tipo desktop ou notebook que possua um sistema operacional Windows, macOS ou Linux. Entretanto, há outros softwares disponíveis para a construção de MC, como, por exemplo, o Inspiration e o Concept Mapping Tool (CMT), bem como plataformas que podem ser acessadas *on-line* e não necessitam de instalação, a citar, o Lucidchart ou Google Drawing, Mindomo, SimpleMind Lite, etc. Estes três últimos possuem versão adaptada para tecnologia digitais portáteis, isto amplia as discussões sobre a importância da aprendizagem móvel (*mobile learning* ou *m-learning*), já que ela pode ser compreendida como uma metodologia de ensino emergente no sistema universitário (ROMERO-RODRÍGUEZ et al., 2020).

## Desenho Metodológico

Neste estudo descritivo se aborda uma pesquisa<sup>1</sup> de natureza qualitativa, que representa um método empírico de investigação com o objetivo de descrever a percepção e a experiência do informante sobre o mundo e os seus fenômenos (NEERGAARD et al., 2009). Deste modo, o objetivo da pesquisa descritiva é descrever um fenômeno e as suas características, ou seja, ela está mais preocupada

---

<sup>1</sup> Este estudo faz parte de um projeto de pesquisa que foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFPR, CEP/SD - UFPR, sob o CAAE: 47157721.1.0000.0102, nº do parecer: 4.843.351.

com o quê, e não como ou por que algo aconteceu (NASSAJI, 2015); logo, por meio dela, é possível gerar dados tanto qualitativos quanto quantitativos, que definem o estado de natureza em um determinado momento (KOH; OWEN, 2000). Contudo, não se limita esta pesquisa sob a égide da análise qualitativa, pois abordam-se os resultados dessa análise para exibir e corroborar com os achados obtidos por meio da análise de um questionário online.

### **Participantes**

A pesquisa é composta por uma amostra de 28 discentes de um curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública localizada no sul do Brasil que se voluntariam para participar da pesquisa. Desse total, 17 alunos (60,71%) pertencem ao sexo feminino e 11 alunos (39,29%) ao sexo masculino. A faixa etária média dos participantes é de 26 anos.

### **Instrumentos para coleta de dados**

Neste estudo optou-se em utilizar três fontes de dados, conforme sugeridas por Vink et al. (2015) em suas pesquisas, adaptadas para esse contexto, a saber: i) o rascunho analógico do MCC feito à mão; ii) a versão final dos MCC elaborados a partir do software CmapTools® (para acompanhar a melhoria da articulação durante o processo de mapeamento conceitual); e, iii) um questionário contendo seis questões de respostas abertas e seis fechadas com perguntas do tipo Likert, contendo escala ordinal de quatro pontos sem a inserção do neutro (BISHOP, 1987; CLEOPHAS; CUNHA, 2018), a fim de identificar as percepções dos participantes sobre a proposta didática executada. Para coletar os dados do questionário, utilizamos o Formulário Google (Google Forms). Cabe destacar que as questões foram elaboradas para obter informações sobre as opiniões autodeclaradas dos discentes em relação à utilização do software CmapTools® como ferramenta metacognitiva para averiguar a estrutura de conhecimento sobre temas atrelados à HQ, além disso, os seus itens foram validados por especialistas no tema que analisaram a exatidão e pertinência de cada questão.

## **Análise dos dados**

**8**

Para a análise dos dados, utilizou-se a análise integral por considerá-la “mais pertinente quando nos debruçamos sobre um relato apenas e intencionalmente tomado em profundidade” (AMADO, 2014, p. 177). Portanto, os dados foram analisados à luz da articulação da pesquisa qualitativa com a quantitativa por meio do cruzamento entre as questões abertas e os resultados dos itens de Likert. Para a análise estatística dos dados obtidos por meio das respostas dos discentes às questões fechadas, usou-se o software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS). Nesse ínterim, tal cruzamento executado facilitará a manifestação dos desejos, expectativas, interesses, necessidades e as opiniões das pessoas incluídas na pesquisa e deve ajudar expressivamente na compreensão dos fenômenos examinados (DEVETAK et al., 2010). Por fim, os resultados obtidos foram triangulados e irão contribuir para aumentar a credibilidade do conhecimento produzido (VIEIRA, 1999) em relação ao tema discutido neste artigo.

## **Proposta Didática utilizando MC como ferramenta metacognitiva**

A proposta didática utilizando MCC (Mapa Conceitual Colaborativo) foi projetada para desenvolver habilidades metacognitivas em um ambiente de aprendizagem baseado em trabalho em equipe. Em defesa de tal decisão, abraça-se as orientações de Mota et al. (2019), pois para estes autores o trabalho colaborativo oferece uma oportunidade para os professores ajudarem os alunos a desenvolver habilidades metacognitivas. Assim, se enfatiza que o trabalho colaborativo contribui para a competência comunicativa de um indivíduo durante a interação com um ou mais parceiros de comunicação por meio da pragmática ou do uso social da linguagem (PATTERSON, 2011). Portanto, a proposta didática foi formada por uma sequência não linear que permite a sua reaplicação em sala de aula. Além disso, a atividade foi



dividida em seis etapas distintas que constituíram o acrônimo<sup>2</sup> AMOESA, conforme expõe o Quadro 1.

**Quadro 1** - Etapas do modelo AMOESA.

<b>Etapas</b>	<b>Descrição</b>
<b>A</b> presentação em sala de aula sobre a teoria e exemplos de Mapas Conceituais Colaborativos	Foram utilizadas duas aulas de 50 min. cada para explanação sobre o tema e fornecer informações sobre como utilizar o software CmapTools®. No entanto, outras possibilidades de ferramentas foram mencionadas durante a apresentação.
<b>M</b> ontagem dos grupos, estabelecimento das metas e prazos	Os grupos foram construídos para o desenvolvimento da proposta, tendo um prazo de 15 dias para executar a atividade. O objetivo desta etapa foi fazer com que os alunos desenvolvessem uma tarefa desafiadora e, sobretudo, de forma colaborativa ao estudar, familiarizar e discutir com os membros da sua equipe sobre o conteúdo à medida que desenvolviam seus MCC. Como regra, foi definido que o limite do MC deveria ser de uma página; papel A4 (297x210mm).
<b>O</b> rganização e separação dos temas a serem utilizados para a elaboração dos Mapas Conceituais Colaborativos	Os textos-guia que foram utilizados para construção dos MCC foram extraídos do capítulo 10, do livro História da Química de Juergen Heirinch Maar <sup>3</sup> . Este capítulo tem como tema a revolução e evolução de Lavoisier. Foram utilizados 06 subtópicos que compunham o referido capítulo, sendo eles: Os colaboradores de Lavoisier; Lavoisier e o serviço público; Lavoisier e a Química Orgânica; A teoria do oxigênio e sua elaboração; Um contexto filosófico para a obra de Lavoisier e, por fim, Antoine Laurent de Lavoisier.
<b>E</b> ntrega dos Mapas Conceituais Colaborativos	Os grupos entregaram duas versões dos MCC elaborados: uma versão analógica (feita à mão) e uma versão digital produzida com auxílio do software CmapTools®.
<b>S</b> eminário de discussão e apresentação dos Mapas Conceituais Colaborativos	Nesta etapa adotou-se as orientações dadas por Freitas Filho (2007, p. 92), ou seja, os MCC “não são autossuficientes; é sempre necessário que sejam explicados por quem os faz, seja o professor ou o estudante”. Ainda, aplicou-se o <i>feedback</i> metacognitivo como forma de avaliar os MCC, sendo atribuído pela professora da turma e pelos próprios alunos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

<sup>2</sup> Palavra que se forma pela junção das primeiras letras ou das sílabas iniciais de um grupo de palavras. Fonte: ACRÔNIMO. In DICIO, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2021. Recuperado em 4 de maio de 2021, de <<https://www.dicio.com.br/acronimo/>>.

<sup>3</sup> MAAR, J. H. *História da Química*. 2ª ed. Florianópolis: Conceito Editorial, 2008, 946p.

## Resultados e Discussão

Para compor a seção de resultados e de discussão, optou-se em dividir e apresentar os dados coletados em duas partes: I) Análise dos MCC e II) Análise do questionário.

### Parte 1. Análise dos MCC (Mapa Conceitual Colaborativo)

A construção dos MCC deveria demonstrar o entendimento dos discentes sobre o tema adotado. Para tanto, os MCC foram produzidos pelos discentes de forma colaborativa em dois formatos: Analógico e Digital. Desse modo, preferiu-se observar os esforços e as competências dos discentes para ajudar a desenvolver e exercitar habilidades de pensamento de ordem superior, incluindo pensamento crítico, pensamento reflexivo, síntese, análise, entre outras, sobre a temática utilizada no MC.

Destarte, nesta subseção, apresentamos como exemplo a elaboração de um MCC sob os dois formatos (Analógico e Digital) sobre o tema 'Os Colaboradores de Lavoisier'. Para esta construção, foi adotada a proposta de Novak, Gowin e Kahle (1984) como guia para organizar e representar conceitos atrelados ao tema. Entretanto, ao adotar este tipo de proposta de mapeamento, seguimos as orientações de Wheeldon e Faubert (2009), que defendem que os participantes precisam ter acesso a alguma forma de treinamento antes de elaborar MCC contendo relações hierárquicas e proposicionais. Portanto, ao explicar aos participantes sobre o processo de construção de MCC e sobre o uso da ferramenta CmapTools®, optou-se em incentivar a liberdade criativa dos sujeitos durante a elaboração dos seus MCC para que escolhessem os seus próprios termos para criação dos nós, *cross-link* ou linhas de amarração, frases e estrutura de ligação (RUÍZ-PRIMO, 2000), não havendo, portanto, a influência da professora e instrutora da pesquisa perante tal escolha.

Os Mapas Conceituais incluem conceitos, geralmente colocados em círculos ou caixas de algum tipo, e relações entre conceitos indicados por uma linha de conexão ligando dois conceitos. Como exemplo, pode-se observar por meio das Figuras 1 e 2 um Mapa Conceitual Colaborativo Analógico (MCCA) e um Mapa Conceitual Colaborativo Digital (MCCD), respectivamente. Ambos os mapas foram elaborados pelo mesmo grupo de alunos sobre o conhecimento declarativo de um



A Figura 2 mostra o esboço do MCCA (apresentado na Figura 1) em uma versão digital, ou seja, feita com auxílio do software CmapTools®. Em termos gerais, o mapeamento de conceitos pode ser entendido como uma técnica que pode demonstrar como as pessoas visualizam as relações entre vários conceitos (LANZING, 1996). Assim, pode-se considerar os MCC como ferramentas metacognitivas úteis que permitem uma forma visual para demonstrar os níveis taxonômicos de esforços cognitivos implementados durante a organização do conhecimento, pois retém a atenção dos alunos e, visualmente, destacam os esforços deles para alcançar habilidades de pensamento de ordem superior (CHEVRON, 2014). Portanto, a Figura 2 denota claramente a tentativa de os alunos encapsularem uma quantidade maior, e supostamente mais complexa, de informações, demonstrando certa preocupação em explicar como esses conceitos complexos se relacionam entre si.

Diante disso, é observado na Figura 2 um MCCD que, aparentemente, preza em apresentar informações em demasia como prerrogativa para amenizar uma dada escassez conceitual diante da complexidade do tema. Dito de outra forma, houve um uso excessivo de criação de nós e linhas de amarração com o intuito de contemplar os aspectos conceituais sobre o tema proposto. Contudo, isto pode contrapor a ideia de que os MCC devem ser estreitamente construídos, formalmente estruturados e hierarquicamente organizados (NOVAK; CAÑAS, 2008). Ademais, é visível observar que há diferenças no processo de construção de MCC quando são construídos manualmente em comparação ao MCC elaborado digitalmente com o uso do software livre CmapTools®. Porém, independentemente do formato utilizado para a produção do MCC, os achados corroboram diretamente com os resultados obtidos por Šket, Glažar e Vogrinc (2014), já que o MCC produzido contribuiu para uma inter-relação mais efetiva dos conceitos e, conseqüentemente, para a resolução mais adequada de tarefas.

Figura 2 - Mapa Conceitual Colaborativo Digital (MCCD) sobre o tema “Os colaboradores de Lavoisier”.



entendimento do tema, mantendo a estrutura de análise construtiva intacta (caixas de conceito) e aplicando a capacidade de síntese em interligar as ideias no assunto supostamente aprendido. Assim, tem-se que a construção do MCCD pode ter causado influência no desenvolvimento de habilidades cognitivas (metacognitivas) de ordem superior, porque uma de suas tarefas no que tange à função cognitiva pode se manifestar por meio da visualização cognitiva ao tornar o pensamento visível (EBERHARD, 2021).

Correia e Nardi (2019) em seus estudos obtiveram MC comparáveis, visando, assim, avaliá-los comparativamente. No entanto, neste estudo, optou-se em comparar as versões de MCC elaborados de modo analógico (Figura 1) e de modo digital (Figura 2). Do mesmo modo, comparou-se a área em destaque (4a) da Figura 1 com a área (4b) da Figura 2, identificando um comportamento análogo ao discutido anteriormente, pois houve uma redução (25%) de caixas de 'subconceitos' que estão interligados ao conceito (Lavoisier), ao comparar o MCCA com o MCCD; logo, isto evidencia, possivelmente, que houve uma maior organização e domínio do conhecimento dos alunos (nível cognitivo), bem como um repensar sobre o que havia sido organizado anteriormente. Ademais, como a atividade foi realizada em grupo, certamente pode ter ocorrido divergências ocasionadas pelo estilo cognitivo de cada aluno durante a tomada de decisão em sintetizar e analisar as informações do texto-guia adotado, pois Jablokow et al. (2015) defendem que a construção do MCC influencia o número, o tipo e a organização das ideias de um indivíduo ao construí-lo; logo, acredita-se que as habilidades metacognitivas usadas na resolução de problemas (elaborar MCC) podem ter sido alteradas em função do coletivo.

Outro aspecto observado está centrado na mudança de tomada de decisão dos discentes quando esses arquitetaram o MCCD a partir das ideias construídas no MCCA. Ao analisar de forma comparativa as Figuras 1 e 2, em especial as áreas em destaque (1a e 2a) da Figura 1 e as áreas (1b e 2b) da Figura 2, constata-se que os discentes usaram a linguagem química, enfatizando as fórmulas das moléculas, pois ao elaborarem o MCCD, que tinha como base o MCCA, eles não mantiveram a escrita química e optaram em escrever a nomenclatura das moléculas. Isto pode ter ocorrido pelo fato da versão utilizada do CmapTools® não permitir a escrita correta das

fórmulas devido à ausência da função “subscrito” no software, não permitindo, desse modo, que os alunos digitassem os índices dos elementos abaixo da linha do texto. De todo modo, a estrutura bidimensional dos MCC foi mantida, tendo-se o aspecto que, segundo Maximo-Pereira et al. (2021, p. 12), permite expressar construções de conhecimento da História da Ciência (no caso deste artigo da HQ) “de forma não linear, por vezes simultâneas, dispersas por diferentes locais e envolvendo variados atores, em um processo de idas e vindas em sua construção”.

Assim, é perceptível que a elaboração e a organização dos conceitos no MCCD, a partir dos conceitos expostos no MCCA, possibilitou aos sujeitos um repensar sobre a própria aprendizagem, uma vez que há elementos de mudanças significativas no movimento transicional do analógico para o digital. Isto é, considerando-se que o processo metacognitivo é estabelecido a partir da capacidade de os sujeitos monitorarem e autorregularem os próprios processos cognitivos, como é o caso da aprendizagem em pares, é possível afirmar que a utilização do software CmapTools®, como um movimento do analógico para o digital, proporcionou aos alunos um processo de repensar e de reaprender sobre a apropriação e a relação dos recursos internos do saber no tocante aos objetos externos do tema da HQ.

## Parte 2. Análise do questionário

Como descrito na metodologia da pesquisa, em especial no detalhamento dos instrumentos de coleta de dados, após a análise comparativa dos MCC dos modelos analógico e digital, usaram-se os dados presentes no questionário *on-line* respondido pelos alunos, a fim de entender as percepções desses sobre o uso dos MCC como ferramenta metacognitiva para a aprendizagem sobre HQ. A Tabela 1 exhibe os resultados obtidos pela análise estatística das questões fechadas do questionário.

Tabela 1 - Análise Estatística dos Dados.

	<b>Assertivas</b>	<b>Mín.</b>	<b>Máx.</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
<b>A</b>	O uso de MCC durante a minha formação inicial é uma estratégia de ensino e aprendizagem importante.	3	4	3,54	0,508
<b>B</b>	É mais fácil fazer os MCC a mão do que usando o programa computacional CmapTools®.	2	4	2,93	0,604
<b>C</b>	Fazer MCC sobre temas da HQ se torna mais fácil quando executado em grupo.	1	4	3,00	0,943

<b>D</b>	O uso de MCC favorece a aprendizagem sobre temas da HQ.	3	4	3,46	0,508
<b>E</b>	MCC favorecem a organização sobre o conhecimento da HQ, melhorando a compreensão cognitiva.	3	4	3,61	0,497
<b>F</b>	A HQ é um recurso didático usado na apresentação de problemas científicos.	2	4	2,93	0,604

**Legenda:** *Mín.* = Mínimo; *Máx.* = Máximo. *DP* = Desvio Padrão.

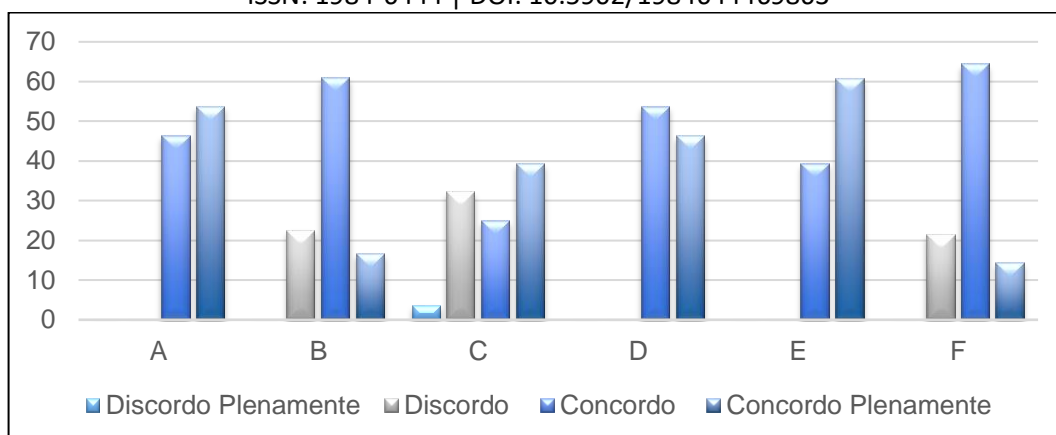
Fonte: Dados da pesquisa.

Observando-se a análise descritiva dos dados na Tabela 1, percebe-se que dentre as 6 diferentes assertivas, apenas uma delas (C) contempla a variação dos graus de discordância do mínimo 1 e máximo 4. Além disso, é perceptível que as assertivas A, D e E contemplam apenas graus de concordância, mesmo esses variando entre o concordo (3) e o concordo totalmente (4). De forma consideravelmente expressiva, as médias das assertivas demonstram que os sujeitos concordam numa sequência linear, iniciada pela assertiva E, seguida das assertivas A, D, C, B e F. Ademais, considerando que os graus de concordância na escala Likert variaram de 1 a 4, percebe-se que, apesar de algumas assertivas carregarem graus de discordância (1 e 2), a média final dessas permanece na casa da concordância; logo, estatisticamente, não se pode afirmar que os sujeitos discordam de alguma assertiva.

Em relação ao desvio padrão, chama-se a atenção para as assertivas A e D, visto que ambas apresentam o mesmo desvio padrão, mas diferem no valor da média. Neste desenho, a partir do Gráfico 1, percebe-se que os sujeitos pontuam, em uma mesma frequência, apenas graus de concordância; logo, como a assertiva A caracteriza-se com um maior número de apontamentos no grau 4 (Concordo Totalmente), essa acaba por apresentar uma maior média. Estranhamente parecido, as assertivas B e F contemplam a mesma média e o mesmo desvio padrão, todavia, a partir do Gráfico 1, percebe que há discrepância no número de vezes que um grau foi apontado; logo, acredita-se que a existência de uma mesma média ocorra pelo número de apontamentos no mesmo grau de concordância, considerando que a assertiva B, apesar de ter maior número de apontamentos na discordância, logrou mais apontamento no grau 4.

Gráfico 1 - Apontamentos detalhados na escala Likert para cada Assertiva.





Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

A partir do Gráfico 1, e com base na parte aberta do questionário, interpretaram-se e analisaram-se as assertivas de forma qualitativa. Para tanto, julgou-se importante a discussão ocorrer a partir da assertiva com maior grau de concordância, de modo a traçar um significado expressivo em relação às percepções dos sujeitos sobre a utilização do MCC como ferramenta metacognitiva de aprendizagem. Neste aporte, considerando a assertiva E ( $M = 3,61$ ), por meio do Gráfico 1, percebe-se que os sujeitos concordam ( $n = 11$ , 39,3%) e concordam totalmente ( $n = 17$ , 60,7%) com a ideia de que os MC favorecem a organização sobre o conhecimento da HQ, melhorando, assim, a compreensão cognitiva.

Por exemplo, o aluno A6 considera que os MCC “são métodos capazes de facilitar o entendimento dos acadêmicos em relação a algum tipo de conteúdo”. Afinal, para ele, o MCC “é uma representação gráfica, de significados conceituais, complexos na maioria das vezes e são parecidos com o fluxograma”. Além disso, o acadêmico reforça que considera a utilização dos MCC benéfica, pois “com a observação contínua dos conceitos, a ideia que precisa ser passada se fixa rapidamente na mente de quem está lendo, ou para quem está criando; as ideias se ordenam e se organizam melhor” (A6).

Mendonça, Silva e Palmero (2007), nessa direção, afirmam que o MCC auxilia na organização do conhecimento, pois ele é útil de diferentes maneiras, dada a razão de auxiliar os alunos na organização de saberes, no entendimento de conceitos, na integração do conteúdo e, dentre outras ações, no desenvolvimento e no emprego de

múltiplas linguagens. Assim, a acadêmica A20 afirma ter certeza quanto ao uso do MCC para auxiliar na organização do conhecimento em HQ, pois o MCC “ajuda a fixar o conteúdo no cérebro, fazendo com que sua mente trabalhe no modo de pensar e no de compreender”. Esse desenho ajuda a melhorar o entendimento sobre o estudado e, de fato, a compreensão cognitiva. É nesse sentido que, segundo A15, o assunto é melhor compreendido e conseqüentemente a assimilação é intensificada. Isto posto, Tavares (2007, p. 74) afirma que o MCC “é adequado como instrumento facilitador da meta-aprendizagem, possibilitando uma oportunidade de o estudante aprender a aprender”.

Afinal, por meio do MCC, é possível realizar a construção da história seguindo uma ordem cronológica, e, assim, ligar determinados fatos por ocorrerem próximos uns dos outros. Isso é importante para entender a influência que um evento teve na constituição do outro (A13). É desta forma que o pensamento se solidifica e se constitui, pois, o MCC auxilia o aluno a perceber as próprias potencialidades na organização e na estruturação dos conceitos. Ademais, é possível perceber que os sujeitos também concordam (n = 13, 46,4%) e concordam totalmente (n = 15, 53,6%) com a assertiva A (M = 3,54), a qual considera que o uso dos MCC durante a formação inicial dos sujeitos é uma estratégia de ensino e aprendizagem importante. A2 confirma a afirmação, porque entende que o uso dos MCC “é uma boa maneira de fazer os alunos de formação inicial abordarem e entenderem melhor os temas que são propostos”. Além disso, segundo A2, é preciso, na utilização dos MCC em sala de aula, propiciar um momento para que os sujeitos possam “trocar ideias sobre os assuntos abordados, como um seminário, para que cada um possa expor o que diz um dado tema”.

Em colaboração ao exposto, a acadêmica A3 afirma que acredita ser extremamente válida a utilização dos MCC para a qualificação dos processos de ensino e aprendizagem, pois com eles se pode conceber como os processos cognitivos dos alunos se alinham com a proposta fornecida pelo professor. Afinal, a fluidez e a flexibilidade do mapeamento de conceitos podem expandir oportunidades para promoção de aprendizagens ao fomentar melhor aspectos compreensivos e interpretativos sobre um determinado tema ou conteúdo; os MCC ainda podem ser

usados nos planejamentos e nas pesquisas educativas ao permitir a comparabilidade e o contraste dos conhecimentos antes e após fazer tais pesquisas. Isto é importante porque o MCC, respectivamente, representa “o processo de organização do conhecimento, através das relações (*links*) e o produto, através dos conceitos (nós). Assim, mais do que a relação entre o linguístico e o visual está a interação entre os seus objetos e os seus códigos” (AMORETTI, 2001, p. 49).

A assertiva D (M = 3,46), caracterizada pela ideia de que o uso dos MC favorece a aprendizagem sobre temas da HQ, também obteve concordância (n = 15, 53,6%) e concordância total (n = 13, 46,4%) dos alunos, como expostos no Gráfico 1. Dentre os relatos dos sujeitos para essa assertiva, a acadêmica A1 afirma que o uso de MCC para aprender sobre HQ é fundamental, pois “para a realização do MCC é necessário ter a compreensão do objeto estudado, saber sobre o que se está fazendo e compartilhar com os colegas os achados, e isso motiva a estudar bem sobre o tema, e a partir do momento que se tem o conteúdo bem estruturado, construir o MCC de modo simples (sem esquecer das partes principais) para ser de fácil interpretação, facilitando a exposição das ideias”.

Não diferente, o acadêmico A6 corrobora com a ideia, pois para ele o uso dos MCC propicia a ação de abranger todo o conteúdo de maneira mais explícita; existem diversos modos de estudar, mas dialogar com os colegas o que foi compreendido e, posteriormente, montar um MCC a partir do coletivo, favorece o entendimento sobre a HQ. A8, nessa linha, ajuíza que o uso de MCC permite entender a HQ por meio de uma nova metodologia, em que o entendimento sobre o conteúdo se torna mais potencializado e facilitado, dado que a organização das informações no MCC exige que para além da leitura, o discente tenha compreensão do todo.

Na sequência, o relato de A14 traz uma informação significativa em relação à utilização dos MCC no ensino da HQ, pois essa temática inclui uma variedade de nomes e datas que precisam ser assimiladas e correlacionadas nas mentes dos alunos de forma mais objetiva e lógica. Assim, o uso do MCC permite uma organização visual dos conceitos e das teorias que estão interligadas à temática. Afinal, o uso do MCC “se fundamenta sobretudo na capacidade que o educando tem na transação entre os conceitos prévios e novos” (DA COSTA; BEDIN, 2019, p. 2). Ou

seja, por meio da representação do conhecimento anterior quando amalgamado com as novas ideias se torna possível expandir o conhecimento dos discentes por meio da busca de prováveis conexões sob a égide de uma perspectiva holística que vai diretamente ao encontro das características da HQ. Isto é, permite-se “interatuar conceitos novos e antigos, delinear os significados de forma mais coerente com os conteúdos a serem estudados e aprimorar os conhecimentos a partir de uma organização dialética” (DA COSTA; BEDIN, 2019, p. 2).

Fazer MCC sobre temas da HQ se torna mais fácil quando executado em grupo, foi a assertiva que recebeu graus de discordo totalmente (n = 1, 3,6%), discordo (n = 9, 32,1%) e de concordo (n = 7, 25%) e concordo totalmente (n = 11, 39,3%) variando do menor ao maior grau (C; M = 3,00). Nesta linha, A3 afirma que não acredita que foi uma atividade proveitosa, “pois a maioria das pessoas do grupo não se dispôs a ajudar nem a colaborar, então acabou ficando para duas pessoas fazerem o MCC e transferi-lo para o programa”. Em corroboração, A6 dispara que não apoia a realização de um MCC, dado o motivo de que “as ideias sempre acabam se confundindo, muitas vezes se resumindo e outras vezes se abrangendo, porque para agradar a todos os participantes do grupo é necessário que as ideias de todos sejam colocadas no MC e cada um tem sua forma de se expressar, o que gera a discórdia entre as pessoas do grupo ao invés da soma”.

Na oposição, A7 afirma ter gostado de “conhecer as ideias das outras pessoas”, pois lhe ajudou a ter vários conceitos e a formar várias ideias sobre o assunto a ser discutido, além de lhe auxiliar a enxergar diferentes pontos de vista sobre os temas e saberes. Nessa perspectiva, A4 afirma que “o grupo ajuda muito na questão de organização do MC, encontrando palavras ou pronomes que possam ser utilizados de forma mais coerente e que façam o sentido entre as ligações de tópicos”. Todavia, A4 também ressalta que “sempre falta o interesse coletivo de um ou outro; logo, sugere que os grupos sejam propostos de forma voluntária, a fim de quem realmente quer aprender e participar da atividade possa realizar e somar no coletivo”. Apesar desse fato, A4 volta a afirmar que “acredito que os trabalhos em grupos devam existir, pois ajudam muito, porém a forma de montar deveria ser de escolha de cada um, pois não adianta forçar alguém a fazer algo que não quer aprender”.

No entanto, embora os discentes reconheçam a importância em realizar a atividade de modo colaborativo, os excertos extraídos das falas dos alunos A6 e A4 nos alertam que eles encontraram problemas durante a colaboração que era uma exigência para o contexto da atividade em construir os MC. Logo, percebemos que houve uma participação individual de forma desigual nas tarefas de grupo, que pode ter sido provocada pela falta de comunicação e colaboração dos alunos. Estes achados, analogamente, se aproximam dos resultados apresentados por uma pesquisa realizada por Popov e colegas (2012) ao constatarem que problemas de comunicação causados pela falta de habilidades colaborativas inibiram os alunos no envolvimento nas atividades realizadas em colaboração e influenciou os resultados de desempenho do grupo. Como consequência, constatamos que em alguns casos tais problemas quando inter-relacionados podem ter afetado negativamente o processo colaborativo, prejudicando assim, a tomada da consciência metacognitiva necessária para o planejamento, sequenciamento e monitoramento do aprendizado dos alunos.

De outra forma, o grau de clareza do MCC “faz dele um veículo ideal para a troca de ideias ou para a elaboração coletiva de novos conhecimentos” (NOVAK; CAÑAS, 2010, p. 18), ações que abordam uma aprendizagem em grupo, pois “os obstáculos que derivam de inseguranças pessoais e medo de passar vergonha são amplamente evitados, uma vez que os comentários críticos são dirigidos ao mapa conceitual, não aos que elaboram o mapa” (NOVAK; CAÑAS, 2010, p. 18). Esse processo é importante para que as críticas possam emergir no grupo e, em simultâneo, serem entendidas e sanadas no coletivo, a fim de que um fio condutor possa coordenar a construção do MC de forma cooperativa.

A assertiva B (M = 2,93) e a assertiva F (M = 2,93) receberam a mesma média, considerando que a primeira reflete sobre a facilidade de fazer MCC a mão ser maior que usando o programa computacional CmapTools®, e a segunda caracteriza a ideia de que a HQ é um recurso didático usado na apresentação de problemas científicos. Todavia, as assertivas apresentam o mesmo percentual de discordância (n = 6, 22,4%), mas diferentes nos números de concordância, sendo, respectivamente,

concordância (n = 17, 60,9%; n = 18, 64,3%) e concordância total (n = 5, 16,7%; n = 4, 13,3%).

Neste aporte, considerando que ambas as médias são as menores da Tabela 1, o que não significa dizer que não houve apontamento de concordância, como exposto no Gráfico 1, tem-se que “o CmapTools® requer um estudo um pouquinho mais a fundo no seu modo de uso, pois pode gerar algumas dúvidas na elaboração de um MCC” (A4), daí decorre a não facilidade do mesmo em relação à questão analógica. Em corroboração, A5 afirma que o CmapTools® “é um bom recurso, porém tive algumas complicações na utilização das flechas, não encontrei outro meio de interligar os tópicos sem ter uma palavra ao meio, isso fez com que não ficasse muito bonito a parte estética do MCC”. Além disso, A5 afirma que “os recursos de coerência dos tópicos me ajudaram a organizar melhor as setas; de um todo o recurso é bom, mas poderia melhorar mais a questão de ferramentas para ornamento do MCC”.

Em contrapartida, A13 defende o uso do CmapTools® para a produção dos MCC, afirmando que o programa “é bastante produtivo e objetivo para a elaboração, mesmo que no começo seja meio difícil de manusear, mas com a prática do passar do tempo é possível entender, se adaptar e mexer com facilidade, pois é um programa muito útil e ágil”. É nesse sentido que A8 reforça a ideia de que “no sistema de ensino, a informática assume uma função importante em termos de apoio pedagógico, tornando-se cada vez mais indispensável nos cursos universitários; o CmapTools® facilita e agiliza o ambiente de ensino, mas é usado mais como um recurso pedagógico”. Em continuação, o acadêmico afirma que “as experiências com o uso dessa ferramenta didática pode fixar os conceitos de uma forma mais pessoal, obtendo um aprendizado mais significativo e resultando em uma maior liberdade e autonomia em suas ações. O uso do CmapTools® é de demasiada importância, pois deve se integrar o uso da tecnologia que ajuda na fixação do conhecimento na prática”.

Surgiram divergências entre os pontos positivos e os pontos negativos que sobre o uso da tecnologia para a confecção do MCC, caracterizando assim, a média da assertiva B, uma vez que há uma contraposição de opiniões sobre a mesma. Não diferente, esse fato também ocorre com a assertiva F quando os sujeitos são

instigados a pensar sobre a potencialidade da temática trabalhada para refletir sobre os problemas científicos. Ao tocante a assertiva F, traz-se a colocação de A16, pois para a acadêmica, a HQ lhe “ajudou a conhecer melhor as histórias por de trás de grandes nomes, me fazendo ver outros nomes de pessoas tão importantes como as que foram imortalizadas nos livros de química e que são propagadas no ensino médio”. Além disso, de acordo com a acadêmica, “conhecer a contribuição que essas pessoas tiveram e a posição científica delas nos faz ampliar a visão em um todo, saindo daquela posição de somente aceitação e nos aplicando conhecimentos a ponto de termos senso crítico” (A16).

Colaborando com a A16, o A11 afirma que tem por si que “só aprender fórmulas e equações é ridículo, sem graça, e totalmente robótico e chato, não dá gosto nenhum isso. A HQ, traz algo a mais, um porquê, e esse porquê é muito importante, pois fazer coisas vazias é extremamente irritante e chato”. Assim, nessa linha, A12 reflete que a HQ é fundamental nos ensinamentos da ciência química, “pois tudo que estudamos e estudaremos existe uma história por de trás, e como compreender a química sem antes conhecer a sua história? Como tudo começou, como surgiu, quem a descobriu? Onde foi estudado pela primeira vez? Então, são diversas perguntas que vem na mente e que só são respondidas por meio da HQ”.

## Considerações Finais

Esta pesquisa permitiu constatar que o uso de MCC favorece a oportunidade de diálogo e a construção de equipes de professores em formação inicial focadas e conscientes de que o mapeamento de conceitos é um processo prático e útil para analisar e conduzir pesquisas, bem como integrar conceitos associados às práticas de ensino e aprendizagem. Deste modo, a proposta executada com base no modelo AMOESA apresenta indícios de que foi capaz de envolver os discentes de forma criativa e metacognitivamente perante o aprofundamento da compreensão sobre temas da HQ ao fornecer um meio visual que foi capaz de instigar o pensamento crítico e reflexivo, a capacidade de síntese e de análise, entre outras habilidades de modo colaborativo.

Ainda, pode-se constatar, em relação aos sujeitos participantes da pesquisa, que houve diferenças em relação à construção de conhecimentos quando comparada a elaboração dos MCCA e MCCD, isto pode ter acontecido por diferentes fatores, como, por exemplo, diferenças entre as pessoas participantes de um grupo ou, ainda, estilos de aprendizagem diferentes, podendo, assim, gerar tomadas de decisão que podem ter sido influenciadas pela personalidade de um dado participante em um grupo, sem querer modificar o que havia sido decidido em coletivo, provocando, desse modo, conflitos sociocognitivos. No entanto, ficou evidenciado que a construção de MCC era algo novo para os sujeitos, demonstrando-se ser uma maneira útil e prática de comunicar a construção de significados estruturados que podem ser interpretados como possíveis manifestações de habilidades de pensamento de ordem superior, reforçando assim, o papel dos MCC como ferramentas metacognitivas.

Embora os achados tenham sido bastantes interessantes porque reforçam o potencial da construção e do uso de MC de forma colaborativa perante à aprendizagem da HQ, o estudo apresenta algumas limitações, tais como o baixo número de participantes e a dificuldade em comparar os MCC, já que cada grupo de discentes recebeu um tema diferente. Portanto, a comparabilidade foi fixada nas diferenças existenciais quando o MCCA é representado em MCCD, demonstrando que promover o exercício da elaboração dos MCC à mão tem grande valia na estruturação de conceitos e suas diferentes relações que podem facilitar a aprendizagem. Ademais, o exercício de transcrever o MCCA para o meio digital exprimiu dos alunos as capacidades de síntese e organizacional, levando-os a repensar sobre os termos elencados e os nós constituídos à luz de uma interpretação mais leve e clara sobre, inclusive, o próprio processo de aprender.

Por fim, como perspectiva para a elaboração de novas investigações, alvitra-se estabelecer uma temática única e analisar se as diferenças de gênero ou de faixa etária podem ser relevantes durante o processo de construção de MCC, bem como analisar se elementos fundamentais dessa temática são trazidos à tona de formas, vieses e dimensões diferentes a depender do grupo de sujeitos, para além disso, pesquisas são necessárias para levantar se a falta de habilidades colaborativas é o único ou o antecedente mais importante na elaboração de Mapas Conceituais



Colaborativos. Ademais, busca-se, em trabalhos futuros, possibilitar a construção de MCC a partir da constituição de equipes elencadas e formadas pelos próprios sujeitos, de modo que todos possam, dentro de suas limitações e especificidades, enriquecer o trabalho coletivo, influenciar e ser influenciado metacognitivamente pelo outro.

## Referências

- AMADO, J. **Manual de investigação qualitativa em educação**. 2. ed. Imprensa da Universidade de Coimbra, 2014.
- AMORETTI, M. S. M. Protótipos e estereótipos: aprendizagem de conceitos Mapas Conceituais: experiência em Educação a Distância. **Informática na educação: teoria e prática**, v. 4, n. 2, p. 49-55, 2001.
- BASQUE, J.; LAVOIE, M. Collaborative Concept Mapping in Education: Major Research Trends. **Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping San José**, Costa Rica, p. 1-8, 2006.
- BISHOP, G. F. Experiments with the middle response alternative in survey questions. **Public Opinion Quarterly**, 51, p. 220-232, 1987.
- BRANSFORD, D.; BROWN, A.; COCKING, R. **How people learn: Brain, mind, experience and school**. Committee on Developments in the Science of Learning, Commission on Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000.
- CHEVRON, M-P. A metacognitive tool: Theoretical and operational analysis of skills exercised in structured concept maps. **Perspectives in Science**, v. 2, n. 1-4, p. 46-54., 2014.
- CLEOPHAS, M. G.; CUNHA, M. B. Contribuições da fotografia científica observatória (FoCO) para o ensino por investigação. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, p. 349-381, 2020.
- CLEOPHAS, M. G.; FRANCISCO, W. Metacognição e o ensino e aprendizagem das ciências: uma revisão sistemática da literatura (RSL). **Amazônia (UFPA)**, v. 14, p. 10-26, 2018.
- CORREIA, P. R. M.; NARDI, A. O que revelam os mapas conceituais dos meus alunos? Avaliando o conhecimento declarativo sobre a evolução do universo. **Ciênc. educ.**, v. 25, n. 3, p. 685-704, 2019.
- DA COSTA, J. S. B; BEDIN, E. Mapa Conceitual no Ensino de Química: a concepção do professor em formação inicial. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12, 2019, Natal/RN. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro/RJ: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2019.

Disponível em: < <http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0564-1.pdf> >. Acesso em: 18 dez. 2021.

DEVETAK, I., GLAŽAR, S. A.; VOGRINC, J. O papel da pesquisa qualitativa na educação em ciências. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 6, n. 1, p. 77-84, 2010.

EBERHARD, K. The effects of visualization on judgment and decision-making: a systematic literature review. **Manag. Ver. Q.**, p. 1-48, 2021.

FAUZI, A. Daya serap siswa terhadap pembelajaran taksonomi pendidikan agama islam. *Jurnal Pusaka*, v. 1, n. 8, p. 50–67, 2017.

FREITAS FILHO, J. R. Mapas conceituais: estratégia pedagógica para construção de conceitos na disciplina química orgânica. **Ciências & Cognição**, v. 12, p. 86-95, 2007.

GAO, H., HEN, E.; LOSH, S.; TURNER, J. E. A review of studies on collaborative concept mapping: What have we learned about the technique and what is next? **Journal of Interactive Learning Research**, v. 18, n. 4, p. 479-492, 2007.

GEORGE-WALKER, L.; TYLER, M. A. Collaborative Concept Mapping: Connecting with Research Team Capacities. **Education Research International**, p. 1–10, 2014.

HEWSON P. W. Teaching for conceptual change. In: David R. D.; TREAGUST, B. F.; FRASER J. (Eds.). **Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics**. New York: Teachers College Press, 1996.

JABLOKOW, K. et al. Ideation variety in mechanical design: Examining the effects of cognitive style and design heuristics. In: **ASME 2015 international design engineering technical conferences & computers and information in engineering conference (IDETC/CIE 2015)**, Boston, MA, USA (p. 1-10), 2015.

JACOBS-LAWSON, J. M.; HERSHEY, D. A. Concept Maps as an Assessment Tool in Psychology Courses. **Teaching of Psychology**, v. 29, n. 1, p. 25-29, 2002.

JACOBSON, M. J. Cognitive visualisations and the design of learning Technologies. **International Journal of Learning Technology**, v. 1, p. 40-60, 2004.

KHINE, A. A.; ADEFUYE, A. O.; BUSARI, J. Utility of concept mapping as a tool to enhance metacognitive teaching and learning of complex concepts in undergraduate medical education. **Arch Med Health Sci.**, v. 7, p. 267-72, 2019.

KOH, E. T.; OWEN, W. L. Descriptive Research and Qualitative Research. In: **Introduction to Nutrition and Health Research** (p. 219-248). Springer, Boston, MA, 2000.

LANZING J. W. A. **Everything you always wanted to know about...concept mapping**, 1996. Disponível em: <<http://utto1031.to.utwente.nl/artikel1/>>. Acesso em: 8 jun. 2021.

LIKERT, R. A Technique for the Measurement of Attitudes. **Archives of Psychology**, v. 140, p. 1–55, 1932.

MATUSCHEK, C.; JANSEN, W. Chemieunterricht und geschichte der chemie. [Chemistry education and the history of chemistry]. **Praxis der Naturwissenschaften Chemie**, v. 24, n. 2, p. 3-7, 1985.

MAXIMO-PEREIRA, M.; SOUZA, P. V. S.; LOURENÇO, A. B. Mapas Conceituais e a Elaboração de Conhecimento Científico na História da Ciência: algumas aproximações teóricas. **Ciência & Educação**, 27(e21017), p. 1-16, 2021.

MENDONÇA, C. A. S.; SILVA, A. M.; PALMERO, M. L. R. Uma experiência com mapas conceituais na educação fundamental em uma escola pública municipal. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 2, p. 37-56, 2007.

MOTA, A. R.; KÖRHASAN, N. D.; MILLER, K.; MAZUR, E. Homework as a metacognitive tool in an undergraduate physics course. **Phys. Rev. Phys. Educ. Res.**, v. 15, p. 1-12, 2019.

MOTA, G. C.; CLEOPHAS, M. G. História da Ciência: elaborando critérios para analisar a temática nos livros didáticos de química do ensino médio. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 11, p. 33-55, 2015.

NASSAJI, H. Qualitative and descriptive research: Data type versus data analysis. **Language Teaching Research**, v. 19, n. 2, p. 129–132, 2015.

NEERGAARD, M. A. et al. Qualitative description – the poor cousin of health research? **BMC Med. Res. Methodol.**, v. 9, n. 52, p. 1-5, 2009.

NOVAK, J. D. Concept maps and Vee diagrams: two metacognitive tools to facilitate meaningful learning. **Instr Sci.**, v. 19, p. 29–52, 1990.

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.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The Origins of the Concept Mapping Tool and the Continuing Evolution of the Tool. **Information Visualization**, v. 5, n. 3, p. 175–184, 2006.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them (Technical report IHMC CmapTools 2006-01 Rev). **Florida Institute for Human and Machine Cognition** (2008), p. 01-2008, 2008.

NOVAK, J.; CAÑAS, A. The origins of the concept mapping tool and the continuing evolution of the tool. **Information Visualization Journal**, v. 5, n. 3, p. 175-184, 2006.

NOVAK, J.; GOWIN, D.; KAHLE, J. **Learning How to Learn**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008.

OLSSON, K. A., BALGOPAL, M. M.; LEVINGER, N. E. How Did We Get Here? Teaching Chemistry with a Historical Perspective. **Chem. Educ.**, v. 92, n. 11, p. 1773–1776, 2015.

ONTORIA, A. et al. **Mapas Conceptuales**. Narcea S. A., Madrid, 1992.

PADILLA, K.; FURIO-MAS, C. The Importance of History and Philosophy of Science in Correcting Distorted Views of ‘Amount of Substance’ and ‘Mole’ Concepts in Chemistry Teaching. **Sci. & Educ.**, 17, p. 403– 424, 2008.

PATTERSON, J. Metacognitive Skills. In: KREUTZER, J. S., DE LUCA J., CAPLAN B. (eds.). *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology*. Springer, New York, NY, 2011.

PINTRICH, P. R.; SCHUNK, D. **Motivation in education**: Theory, research, and applications (2nd ed.). Upper Saddle, NJ: Prentice-Hall, Inc., 2002.

POPOV, V. et al. Multicultural student group work in higher education. **International Journal of Intercultural Relations**, v. 36, p. 302-317, 2012.

PRESSLEY, M.; GHATALA, E. S. Self-regulated learning: Monitoring learning from text. **Educational psychologist**, v. 25, n. 1, p. 19-33, 1990.

ROMERO-RODRÍGUEZ, J. M. et al. Models of good teaching practices for mobile learning in higher education. **Palgrave Commun**, v. 6, n. 80, p. 1-7, 2020.

RUÍZ-PRIMO, M. On the use of concept maps as an assessment tool in science: What we have learned so far. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, v. 2, n. 1, p. 29-52, 2000.

SADITA, L. et al. Collaborative concept mapping with reciprocal kit-build: a practical use in linear algebra course. **Research and Practice in Technology Enhanced Learning**, v. 15, n. 19, p. 1-22, 2020.

ŠKET, B.; GLAŽAR, A.; VOGRINC, J. Concept Maps as a Tool for Teaching Organic Chemical Reactions. **Acta Chimica Slovenica**, v. 62, n. 2, p. 462-472, 2014.

STRAUTMANE, M. On Necessity of Semantic Analysis when Evaluating Concept Maps. **Applied Computer Systems**, v. 21, p. 52-60, 2017.

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

VIEIRA, C. A credibilidade da investigação científica de natureza qualitativa: Questões relativas à sua fidelidade e validade. **Revista Portuguesa de Pedagogia**, v. XXXIII, n. 2, p. 89 -116, 1999.

VINK, S. C.; VAN TARTWIJK, J.; BOLK, J.; VERLOOP, N. Integration of clinical and basic sciences in concept maps: a mixed-method study on teacher learning. **BMC Medical Education**, v. 15, n. 1, p. 1-11, 2015.

WHEELDON, J.; FAUBERT, J. Framing Experience: Concept Maps, Mind Maps, and Data Collection in Qualitative Research. **International Journal of Qualitative Methods**, v. 8, n. 3, p. 68–83, 2009.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)