

Mapa Conceitual como representação da Estrutura Cognitiva: Recurso didático e avaliativo para a Aprendizagem Significativa Crítica de Estereoisomeria.

Conceptual Maps as representation of Cognitive Structure: Didactic and Evaluative Resource for Meaningful and Critical Learning of Stereochemistry

Lara Colvero Rockenbach

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
profelaraqmc@gmail.com

Daniele Raupp

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
daniele.raupp@ufrgs.br

Resumo

A memória humana é uma teia complexa, cada pessoa, idiossincraticamente, constrói sua estrutura cognitiva. Novak e Gowin, 1972, propuseram que os Mapas Conceituais são a representação esquemática e visual da organização de conceitos e conhecimentos no cérebro humano. O instrumento foi utilizado em uma atividade formativa integradora de UEPS sobre estereoisomeria em plantas medicinais. Aplicado em duas turmas de terceiro ano do ensino médio na rede básica estadual, em contexto remoto com a utilização do *CmapCloud*, com a finalidade de responder: De que maneira a ferramenta Mapas Conceituais pode contribuir para a aprendizagem significativa crítica de estereoisomeria no ensino médio? O trabalho em pequenos grupos estimulou a argumentação; explicitando algumas relações entre diferentes campos do saber, interdisciplinarmente. Mapas conceituais são potencialmente uma importante ferramenta na promoção da aprendizagem significativa e da meta-aprendizagem, pela implicação dos conceitos estarem ligados entre si por proposições, demandando sucessivas diferenciações progressivas e reconciliações integrativas.

Palavras chave: meta-aprendizagem, avaliação formativa, unidade de ensino potencialmente significativa, contextualização, ensino de química, isomeria espacial.

Abstract

Human memory is a complex web, each person idiosyncratically builds their cognitive structure. Novak and Gowin in 1972, proposed that Conceptual Maps are the schematic and visual representation of how concepts and knowledge are organized in the human brain. The instrument was used in the UEPS integrative training activity on stereoisomerism in medicinal

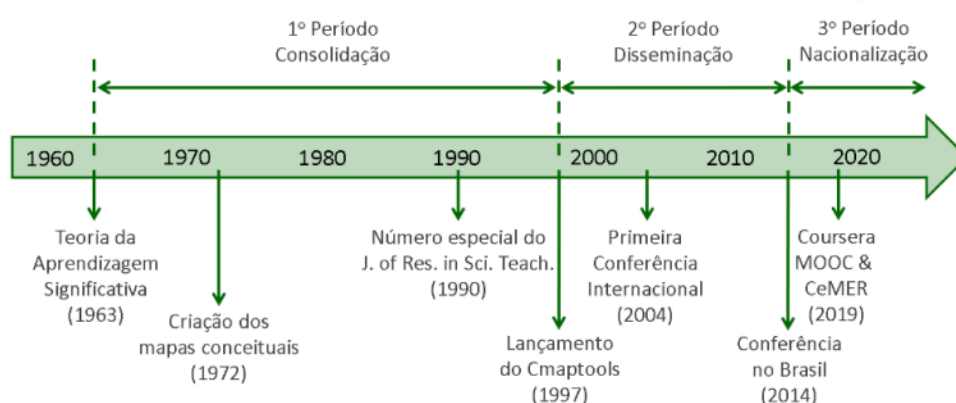
plants. Applied in two classes of the third year of high school in remote context using CmapCloud in order to respond: How Conceptual Maps tool can contribute to critically meaningful learning of stereoisomerism in high school? In small groups, they encourage the practice of argumentation; it can also explain the relationships between different fields of knowledge in interdisciplinary practices. Concept maps have the potential to be an important tool in meaningful learning and in the promotion of meta-learning, by the implication of the concepts being linked together by propositions, which demands successive differentiations, progressive and integrative reconciliations.

Key words: meta-learning, formative assessment, potentially significant teaching unit, contextualization, chemistry teaching, stereoisomerism.

Introdução

Mapas Conceituais são uma potente ferramenta para intermediar a aprendizagem e avaliação no ensino de ciências. Sua principal diferença de mapas mentais comuns é o uso de proposições entre os conceitos, são termos de ligação que explicitam as relações conceituais. Tendo sido criados há 50 anos, consolidaram-se não apenas nas áreas de ensino e educação como também no meio corporativo, como uma ferramenta útil na organização do conhecimento. O estabelecimento do uso da ferramenta demarcou-se em um processo envolvendo a formulação da teoria da aprendizagem significativa e a publicação de um número especial dedicado ao estudo dos mapas conceituais pela *Journal of Research in Science Teaching*. O recurso disseminou-se após o lançamento do programa *Cmaptools*, desenvolvido para a elaboração de mapas conceituais, e com a primeira conferência internacional sobre mapeamento conceitual, a partir da qual ocorreram também conferências nacionais. Os autores, Correia, et al., (2019), afirmam que passamos hoje pelo período de nacionalização do estudo dos mapas conceituais, conforme linha do tempo exposta na Figura 1:

Figura 1: Linha do tempo: criação e consolidação dos Mapas Conceituais



Fonte: Correia, et al., 2019

A revista online *Caminhos da Educação Matemática em Revista* publicou em 2019 uma edição dedicada aos Mapas Conceituais. A maioria dos trabalhos publicados investigam a construção de mapas conceituais pelos alunos, demonstrando a possibilidade no desenvolvimento da argumentação, da interdisciplinaridade, da avaliação de conteúdos procedimentais, da aprendizagem significativa e das relações entre diferentes tipos de saberes.

Dentre as diferentes abordagens metodológicas envolvendo a ferramenta, Correia, et al. (2019) denotam a importância do domínio da técnica de mapeamento conceitual para o desenvolvimento de atividades didáticas, bem como a necessidade de desenvolver atividades de aprendizagem sobre a própria técnica para os estudantes.

Neste trabalho trazemos o diálogo entre diferentes referenciais na temática. Primeiramente é traçado um panorama da fundamentação dos mapas conceituais e sua proposição de superar a aprendizagem mecânica. Seguido de uma explicitação da possibilidade da ferramenta em promover atividades que explorem a argumentação no trabalho em grupos, e também em estabelecer relações entre diferentes campos do saber, em uma ecologia de conhecimentos. As possibilidades avaliativas e metodológicas da utilização da ferramenta são exploradas então com a finalidade de responder ao questionamento: De que maneira a ferramenta Mapas Conceituais pode contribuir para a aprendizagem significativa crítica de estereoisomeria no ensino médio?

Aprender a aprender: Mapas Conceituais na busca pela superação da aprendizagem mecânica

Cada um de nós constrói conhecimento da sua maneira, é um processo idiossincrático, ou seja, cada pessoa tem sua própria estrutura cognitiva, sua própria “teia de significados” e sua própria maneira de pensar; de acordo com sua trajetória, com os elementos e relações interpessoais que lhe atravessam e marcam de acordo com a sua maneira de interpretar, “a memória humana não é um simples “recipiente” a ser preenchido, mas antes uma trama complexa de sistemas de memória interligados.” (NOVAK, CAÑAS, 2010, p. 12). Aos professores cabe identificar como se estrutura o conhecimento, a nível científico e a nível de conhecimentos prévios dos estudantes, a fim de propor situações educacionais e elaborar materiais potencialmente significativos (COSTA BEBER, DEL PINO, 2019).

Novak e Cañas (2010) explicam que em 1972 no programa de pesquisa na Universidade de Cornell, buscava-se entender como as crianças compreendiam a ciência, e, apoiados na teoria cognitivista de Ausubel (1963), propuseram que a estrutura cognitiva pode ser representada por meio de mapas conceituais. A teoria cognitivista de Ausubel (1963) versa sobre a aprendizagem significativa na qual a aprendizagem ocorre por meio da assimilação de novos conceitos e proposições a partir de conceitos e sistemas de proposições já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz (NOVAK, CAÑAS, 2010). Entre as condições para aprendizagem significativa são apontadas: material de ensino organizado compreensivelmente e com relação com os conhecimentos prévios, o aprendiz deve ter conhecimento anterior relevante e deve ainda ter a motivação para o novo aprendizado, ter vontade de aprender. A aprendizagem significativa é uma contraposição ao conhecimento aprendido mecanicamente. O aprendizado mecânico pode ficar na memória de longo prazo, desde que seja repetido constantemente, mas com a limitação de pouco ou nada se relacionar com a estrutura cognitiva, com os conceitos prévios, e assim não ser útil na resolução de novos problemas. Os autores explicam que a “distinção entre os aprendizados mecânico e significativo não é uma simples dicotomia, mas antes um continuum (...) A criatividade pode ser considerada um nível muito alto de aprendizagem significativa” (NOVAK, CAÑAS, 2010, p. 12).

Uma vez que representa a estrutura cognitiva, o mapa conceitual pode ser uma importante ferramenta para a aprendizagem significativa em uma determinada área do conhecimento. Para

a elaboração de um mapa conceitual sobre determinada área de ensino, é importante que se parta de uma questão problema orientadora do trabalho, chamada questão focal, a partir da qual selecionam-se os principais conceitos concernentes à temática. Tais conceitos são conectados entre si, em uma sequência lógica e hierárquica (do mais abrangente ao menos inclusivo), por proposições, geralmente verbos que visam explicitar a relação entre os conceitos. Esta relação constitui uma unidade semântica. Unidades semânticas ou de sentido são enunciações representadas no mapa conceitual graficamente pela união dois ou mais conceitos e suas proposições. (TAVARES, 2007; NOVAK; CAÑAS, 2010).

Novak e Cañas (2010) entendem que os mapas conceituais facilitam o pensamento criativo, devido à sua estrutura hierárquica e à necessidade de buscar e explicitar as ligações cruzadas (proposições) entre diferentes níveis hierárquicos e domínios do conhecimento. Bons mapas conceituais apresentam interconexões entre os conceitos, e evitam usar frases inteiras como conceito, uma vez que uma frase pode ser organizada em conceitos e conectivos, como uma subseção do mapa. As escolhas de palavras de ligação entre os conceitos geralmente são etapas de dificuldade entre os estudantes, uma vez que exigem “níveis elevados de desempenho cognitivo, ou seja, avaliação e síntese do conhecimento” (NOVAK; CAÑAS, 2010, p. 17) sendo assim, uma boa ferramenta de avaliação e também de construção de novos conhecimentos. Tavares (2007) explica o mapa conceitual como um estruturador do conhecimento, que permite visualizar como o conhecimento está organizado na estrutura cognitiva do autor, e inferir sobre sua complexidade e abrangência. Conforme o autor, o mapa conceitual permite a pormenorização de dois processos: diferenciação progressiva, partindo de ideias mais gerais para mais específicas, de maneira hierárquica, e reconciliação integrativa. Na reconciliação integrativa, conceitos específicos passam a ser inter relacionados ao desenharem-se os elos conceituais. Trata-se de um elemento facilitador na meta-aprendizagem (aprender a aprender), uma vez que o estudante pode visualizar as lacunas entre os conceitos estruturados e ir em busca das respostas para tais questionamentos.

O mapa apresenta a finalidade de demonstrar conhecimentos factuais, mas tem o diferencial de ilustrar de maneira mais acessível as complexas relações entre os conceitos, tornando o seu conteúdo mais facilmente disponível do que em um texto. Dentre os modelos possíveis de organização dos mapas estão: 1) mapa-aranha - parte do conceito central e preocupa-se em demonstrar as conexões entre os conceitos sem hierarquizá-los; 2) fluxograma - informações organizadas linearmente de maneira lógica e sequencial; 3) sistema/entrada e saída - semelhante ao fluxograma, porém apresenta mais interconexões entre os conceitos; 4) hierárquico - informações organizadas a partir de conceitos gerais, estando em destaque conceitos mais inclusivos, expõe a estrutura cognitiva do autor, bem como seu nível de complexidade. O uso de Mapas Conceituais pode ter como objetivo didático a organização dos conhecimentos prévios, também pode ser uma estratégia de aprendizagem, quando por exemplo, os alunos partem de conceitos centrais pré-estabelecidos pelo docente, realizando sucessivas perguntas, diferenciações progressivas e reconciliações integrativas, colaborando assim para que o estudante “aprenda a aprender”. Sendo trabalhado coletivamente permite o entendimento da idiossincronicidade do conhecimento. É uma ferramenta possível para o trabalho de leitura de textos e artigos, ou ainda de apresentação de trabalhos escritos como dissertações, e também pode ser útil como avaliação formativa, onde se explicita o que o aluno construiu ao longo das atividades de ensino aprendizagem (TAVARES, 2007).

Aprender a aprender: Mapas Conceituais, Argumentação, Avaliação e Ecologia do Saber

“A função mais importante da escola é dotar o ser humano de uma capacidade de estruturar internamente a informação e transformá-la em conhecimento. A escola deve propiciar o acesso à meta-aprendizagem, o saber aprender a aprender. Nesse sentido, o mapa conceitual é uma estratégia facilitadora da tarefa de aprender a aprender.” (TAVARES, 2007, p. 81)

Estudantes acostumados com aprendizagem mecânica podem apresentar certa resistência à práticas de aprendizagem significativa. Embora os mapas conceituais sejam estratégias facilitadoras do aprendizado, é necessário que a professora/or realize também elaborações sobre o mecanismo do cérebro e organização do conhecimento e sua relação com a estrutura dos mapas (NOVAK; CAÑAS, 2010). Ao apresentarmos novas estratégias de ensino, o estudante precisa também aprender a utilizar as diferentes ferramentas e elaborar com as diferentes metodologias. Neste sentido, o trabalho coletivo em pequenos grupos também facilita a utilização da nova estratégia, além de colaborar para a construção do conhecimento da matéria de ensino (TAVARES, 2007; NOVAK; CAÑAS, 2010; LOURENÇO, et al. 2019).

A prática da argumentação é um importante aspecto na apropriação de conhecimento, e pode ser aprendida com trabalhos em grupos. Conforme Lourenço (2019) pode ser facilitada pelo trabalho com os mapas conceituais. Trata-se de uma habilidade a ser perseguida no ensino de ciências, uma vez que pode promover a aprendizagem: de conceitos científicos bem como da natureza da ciência; da resolução de problemas; do pensamento crítico; da tomada de decisões e até da avaliação e validação do conhecimento científico. Sabe-se que o aprendizado ocorre, de sobremaneira mediado pela linguagem, em um processo receptivo no qual novos significados são alcançados por meio de questionamentos que relacionam os conceitos e proposições pré-existentes com os novos. Daí a relevância de atividades de ensino interativas com experiências e proposições concretas em todos os níveis de ensino e áreas do saber (NOVAK; CAÑAS, 2010). O trabalho coletivo de elaboração de mapas conceituais desenvolve ainda a argumentação uma vez que demanda a habilidade de se expressar, de elaborar, compartilhar e negociar significados (LOURENÇO et al., 2019).

Lourenço, et al. (2019) e Costa Beber e Del Pino (2019), ao avaliarem atividades de elaboração de mapas conceituais trazem uma análise quantitativa dos aspectos estruturais dos mapas. Identificando o conceito principal; o número de conceitos abordados, sendo 15 uma quantidade considerada satisfatória para estudantes iniciantes em torno de um objeto do conhecimento; o número de níveis hierárquicos; a quantidade de proposições, e a quantidade de relações cruzadas; sendo esses dois últimos aspectos considerados expressões do conhecimento criativo. Ambas as referências apontam a importância das proposições serem uma expressão verbal, e de que não sejam apresentadas frases no lugar dos conceitos, uma vez que a frase reflete uma estrutura de conhecimento memorístico, como definido por Lourenço, et al. (2019). Costa Beber e Del Pino (2019) pontuam que as ligações cruzadas e proposições são os principais indícios da ocorrência da aprendizagem significativa.

Costa Beber e Del Pino (2019), sustentam-se no conceito ecologia de saberes para defender o uso de saberes populares na aprendizagem significativa crítica de química. Autores demonstram que os mapas conceituais são eficientes para relacionar saberes populares, conhecimentos escolares e conhecimentos científicos; e que a abordagem desta perspectiva

integradora promove uma ecologia de saberes onde os diferentes conhecimentos se complementam e enriquecem a aprendizagem e a construção de novos conhecimentos. Os autores defendem que “saberes populares perfazem diferentes culturas e desperdiçar esses saberes é negar a própria história destas comunidades” (COSTA BEBER; DEL PINO, 2010, p. 107). A elaboração de mapas conceituais em atividades de ensino pode portanto ser atividade de desenvolvimento de habilidades argumentativas e de reconhecimento dos saberes populares; sendo assim valorosa ferramenta para a promoção da aprendizagem significativa crítica. Este é um conceito defendido por Moreira (2011) que tem como princípios: interação social e questionamento; não centralidade do livro texto; diversidade de materiais instrucionais; conhecimento como linguagem; consciência semântica; aprendizagem pelo erro; desaprendizagem; incerteza do conhecimento; participação ativa do aluno e diversidade de estratégias de ensino.

Desenvolvimento

Mapas Conceituais em Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre Estereoisomeria em Plantas Mediciniais.

O trabalho com mapas conceituais aqui explorado, fez parte de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o ensino de Estereoisomeria com a temática Plantas Mediciniais para o ensino médio, realizada em contexto remoto, valorizando a contextualização e a visualização tridimensional no ensino da temática¹. Esta Unidade de Ensino fez parte de uma pesquisa de dissertação de mestrado, defendida em 2020 pelo Programa de Mestrado Profissional em Química - PROFQUI/UFRGS. As UEPS's são seqüências de ensino alicerçadas em teorias de aprendizagem que visam à aprendizagem significativa, em contraposição à aprendizagem puramente mecânica (MOREIRA, 2011).

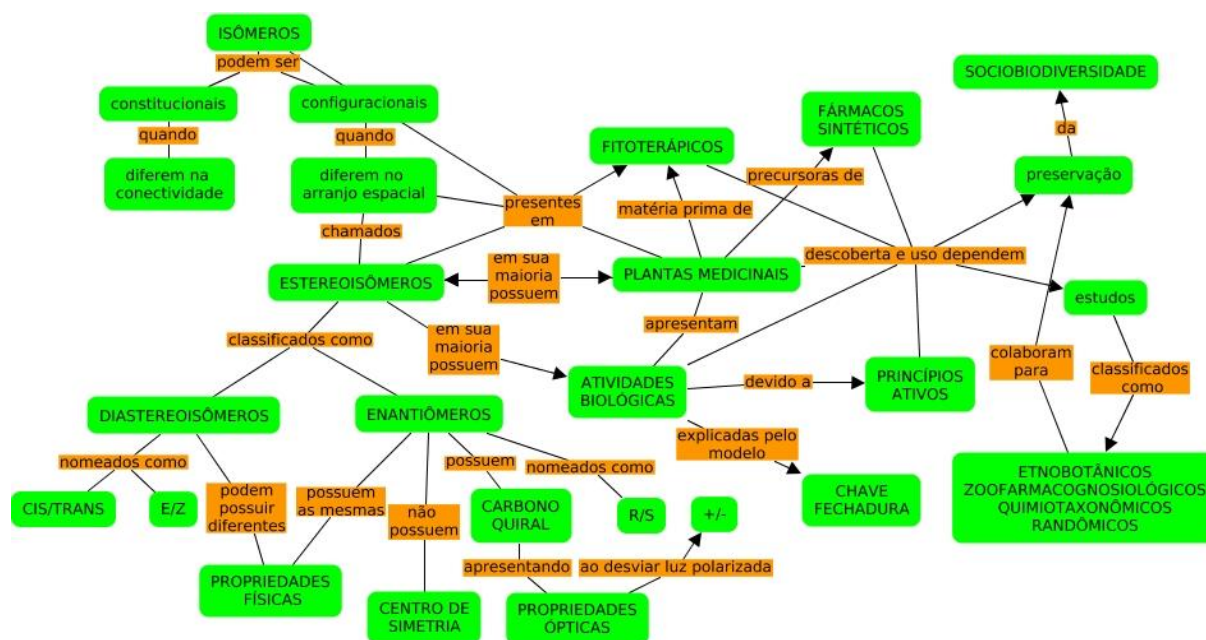
As etapas da UEPS podem ser resumidas em: situação inicial, situação-problema inicial (nível bem introdutório), aprofundamento dos conhecimentos, nova situação-problema (nível mais alto de complexidade), aula integradora final, avaliação da aprendizagem e avaliação da UEPS (DOS ANJOS FREITAS; DE ANDRADE NETO, 2018). Tal unidade de ensino foi aplicada em contexto remoto, durante a pandemia de *Covid-19*, com duas turmas de terceiranistas em uma escola localizada na região central de Santa Maria - RS. Na última aula da UEPS proposta, após a retomada das atividades, realizou-se como atividade formativa integradora a construção de um mapa conceitual a fim de promover e avaliar a aprendizagem.

A construção de mapas conceituais como atividade colaborativa pode ser realizada em pequenos grupos de dois a quatro participantes. Lourenço, et al. (2019), consideram que o trabalho em pequenos grupos de 3 estudantes é um fator extrínseco que colabora para o desenvolvimento da argumentação a partir do uso de MC, uma vez que dá espaço para cada integrante apresentar suas ideias, bem como concordâncias e discordâncias das demais colocações. Os autores colocam ainda que o trabalho com os MC pode abranger os quatro processos de produção do conhecimento colaborativo: 1) Externalização; 2) Elicitação; 3) Consenso Orientado para o Conflito e 4) Consenso Orientado para a Integração. (LOURENÇO, et al., 2019).

¹ <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/239966>

A proposta da UEPS em questão foi a de associar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre as plantas medicinais e estrutura molecular, aos saberes populares e científicos envolvidos na temática, bem como aos conhecimentos científicos e escolares sobre a estereoisomeria. Na Figura 2 reproduz-se o Mapa Conceitual elaborado previamente pela autora. No mapa elaborado fica evidente a possibilidade de relações cruzadas entre os dois conceitos-chave: estereoisômeros e plantas medicinais, bem como das interconexões entre os conceitos da matéria de ensino com os concernentes à química das plantas medicinais:

Figura 2 - Mapa Conceitual Estereoisomeria em Plantas Medicinais.



Fonte: Autoras, 2022

A UEPS foi aplicada no contexto do ensino remoto devido à pandemia do *Covid-19*, onde propôs-se o desenvolvimento dos mapas em grupos de até 3 alunos, utilizando a ferramenta *online* gratuita *CmapCloud* (<https://cmapcloud.ihmc.us/>) a partir de conceitos-chave, trabalhados durante as atividades. Os conceitos foram disponibilizados pela professora, com a orientação de que os grupos usassem tantos conceitos quanto possível. Os estudantes foram orientados a elaborar rascunhos antes da construção final, e poderiam utilizar outras ferramentas, a atividade teve início durante a aula síncrona via *Google Meet*, e os alunos tiveram um período de uma semana para o envio do mesmo, via *Google Classroom*.

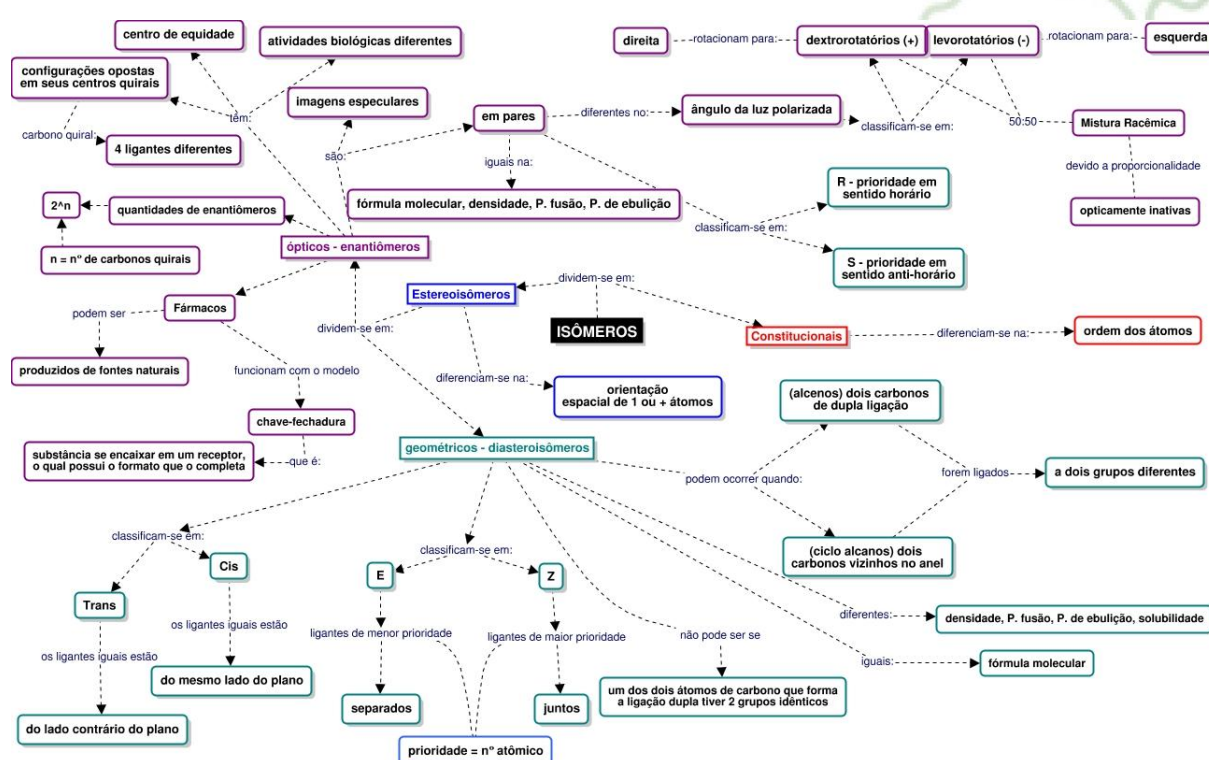
A construção do mapa conceitual foi realizada como atividade formativa integradora final, buscando promover uma atividade colaborativa de negociação de significados, bem como os processos de reconciliação integrativa e diferenciação progressivas, inerentes à construção dos mapas conceituais, e que permitem identificar aspectos da aprendizagem significativa do conteúdo abordado (MOREIRA, 1998). Na utilização do mapa conceitual como uma ferramenta, o aprendiz pode organizar seu conhecimento, evidenciando as relações entre os conceitos prévios e os novos conceitos, em um processo de diferenciação progressiva, e inter relacionando os novos subsunçores em um processo de reconciliação integrativa. Com a avaliação dos mapas construídos a professora, ou o professor, pode inferir importantes informações sobre possíveis lacunas no material didático utilizado, ou ainda lacunas no aprendizado do estudante, que podem ser sanadas em um momento posterior, e possibilitando

também, ao professor, a compreensão de aspectos da estrutura cognitiva de seus estudantes durante a aprendizagem daqueles conceitos (CORREIA; DONNER JUNIOR; INFANTE-MALAGUIAS, 2008; AQUINO; CHIARO, 2013; LIMA et al., 2017).

Resultados e Considerações

Ao total foram apresentados 25 mapas, nem todos no formato de mapas conceituais uma vez que os alunos não estavam habituados com a ferramenta, além de mapas conceituais também foram apresentados mapas mentais e diagramas. Um dos mapas conceituais elaborados pelos estudantes é mostrado na Figura 3:

Figura 3 - Exemplo de MC elaborado pelos estudantes na UEPS (grupo 1a)



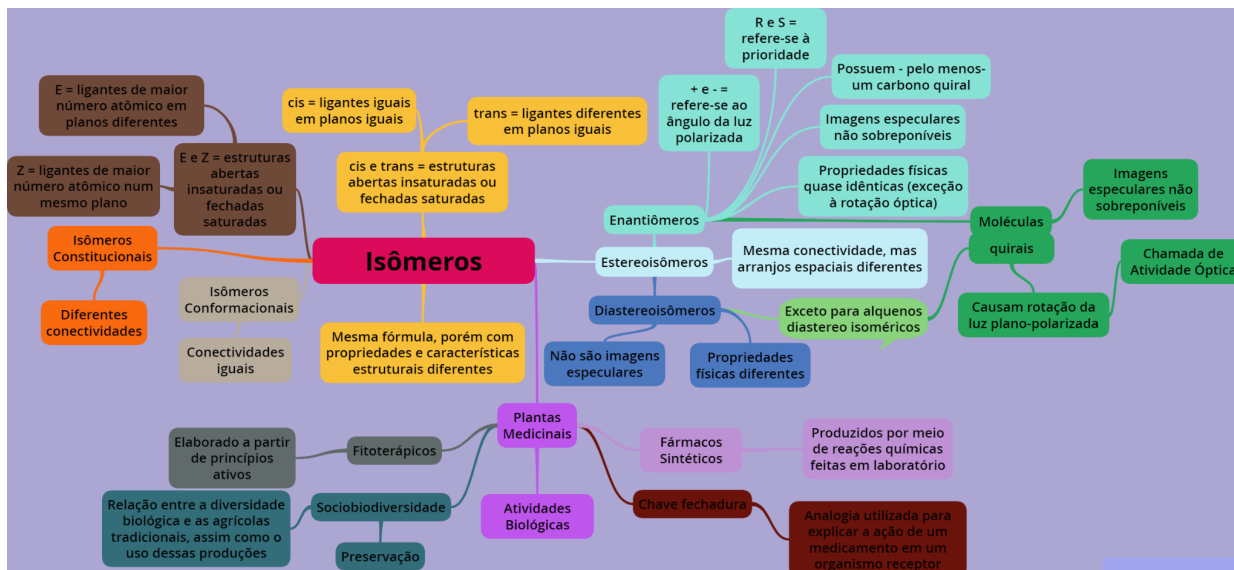
Fonte: Autora (2022)

Os trabalhos, em sua maioria, apresentaram boa sequência lógica entre os conceitos, do mais inclusivo ao menos geral, bem como satisfatório domínio dos significados, embora alguns tenham elaborado mapas contendo também frases explicativas e não apenas os conceitos, seus conectivos/proposições e relações. O uso de proposições foi um elemento considerado difícil entre os alunos, que relataram também que a elaboração do mapa conceitual exigiu inúmeras revisões no conteúdo estudado, evidenciando e sanando lacunas no aprendizado.

O mapa do grupo 2b (Figura 4) é um exemplo dentre os mapas que não apresentaram proposições válidas entre os conceitos, e também onde os conceitos ficaram acompanhados de frases explicativas. No entanto, os estudantes organizaram os conceitos de acordo com uma sequência hierárquica, partindo do conceito mais geral “isômeros”. O grupo estabeleceu ainda uma relação cruzada entre os termos “moléculas quirais” e “diastereoisômeros”, relação esta não trabalhada durante a unidade de ensino, fruto de pesquisas dos estudantes. Neste mapa

denota-se também um maior desenvolvimento dos níveis de hierarquia com respeito ao conceito “plantas medicinais”. Em mapas como este, cada caixa de conceitos foi contabilizada como um conceito. Pode-se notar ainda a lacuna ao relacionar os conceitos “conectividade” e “estereoisômeros”, bem como ao diferenciar o termo fórmula molecular de fórmula estrutural, ao afirmar que isômeros possuem “mesma fórmula, porém com propriedades e características estruturais diferentes”.

Figura 4 - Exemplo de MC elaborado pelos estudantes na UEPS (grupo 2b)



Fonte: Autora (2022)

A UEPS analisada foi avaliada também por meio de um questionário escala *Likert* pelos alunos. Esse tipo de questionário é amplamente utilizado em pesquisas de opinião, onde os participantes são convidados a expressar seu grau de concordância com determinadas afirmações: Concordo Fortemente, Concordo, Indiferente, Discordo até Discordo Fortemente. No referido questionário de avaliação da UEPS os estudantes responderam questões específicas sobre a temática utilizada, sobre os recursos didáticos propostos, sobre seus aprendizados com a unidade didática, se esta foi ou não um elemento motivador da aprendizagem, etc. Entre os alunos que responderam ao questionário, mais da metade concordam ou concordam fortemente que o uso de Mapas Conceituais colaborou para a aprendizagem significativa dos conteúdos, e 91% concordam ou concordam fortemente que estabeleceram relação entre os conhecimentos prévios e nos novos conhecimentos a partir da participação na UEPS.

Dentre as possibilidades avaliativas, trazemos ainda uma análise (Tabela 1), a partir de referências em Lourenço, et al. (2019). Os mapas que satisfaziam a organização dos mapas conceituais, com conceitos e proposições bem definidas foram analisados quantitativamente, a respeito de números de conceitos, níveis de hierarquia, proposições válidas e ligações cruzadas. Os mapas analisados trouxeram os conceitos organizados em caixas de texto, os quais foram contabilizados, sendo que uma quantidade de 15 conceitos é considerada pela literatura como apropriada para níveis básicos de aprofundamento no conteúdo (LOURENÇO, et al., 2019); não havia limitação de quantidades, tendo sido disponibilizados pela professora 25 conceitos como base para a elaboração dos mapas. Ao todo foram analisados 11 mapas, numerados em ordem sequencial de acordo com a turma de aplicação (a ou b):

Tabela 1: Aspectos Estruturais dos Mapas Apresentados

Grupo	Número de Conceitos	Níveis de Hierarquia	Proposições Válidas	Ligações Cruzadas
1a	45	8	29	0
2a	24	7	6	0
3a	22	6	0	0
4a	33	7	5	0
5a	22	6	3	0
1b	22	5	19	3
2b	40	5	0	1
3b	25	10	0	0
4b	34	6	0	0
5b	43	7	19	0
6b	28	5	0	0

Fonte: Autora, 2022.

Quanto aos níveis de hierarquia, os mapas conceituais podem ter estruturas variadas, mas o conhecimento deve ser organizado de acordo com níveis hierárquicos, do mais inclusivo para o mais específico, para contabilizar os níveis existentes em cada mapa foram observados quantos níveis conceituais existiam a partir do mais inclusivo, e considerado o número máximo de níveis, como exemplo no mapa da Figura 3, podemos citar o seguinte caminho de níveis: 1) isômeros; 2) estereoisômeros; 3) enantiômeros; 4) imagens especulares; 5) desvio no ângulo da luz polarizada; 6) dextro/levorotatórios; 7) mistura racêmica; 8) inatividade óptica. As proposições são os elementos relacionais entre os conceitos, devem ser estabelecidas relações lógicas entre os conceitos, as mesmas foram contabilizadas literalmente, a partir da análise de sua validade.

Ligações cruzadas são relações entre diferentes segmentos do mapa, ou domínios do conhecimento, bem como as relações entre conceitos de diferentes níveis hierárquicos; sendo que a ocorrência das mesmas indicam um salto criativo na compreensão da matéria de ensino, o pensamento criativo é expresso em um mapa conceitual pelas proposições e pelas ligações cruzadas (NOVAK; CAÑAS, 2010). No mapa apresentado na Figura 2 podem ser observadas ligações cruzadas, à título de compreensão, para ilustrar uma relação entre diferentes níveis hierárquicos podemos pensar na relação entre estudos etnobotânicos e zoofarmacológicos (nível 5) com a preservação (nível 4); um exemplo de relação entre diferentes domínios ocorre na ligação das propriedades físico-químicas com diastereoisômeros e também com enantiômeros.

Dados da tabela 1, indicam os desafios de trabalhar com novas metodologias, sobretudo no contexto remoto; bem como a necessidade de trabalhar com mais atenção no desenvolvimento da habilidade de construir mapas conceituais com os alunos. Foi denotada a dificuldade em estabelecer as proposições entre os conceitos, e também a incipiência das ligações cruzadas estabelecidas em alguns dos grupos. Conforme Lourenço, et. al., 2019, ligações cruzadas são proposições que unem conceitos de diferentes níveis hierárquicos, bem como de diferentes áreas do saber, representando um salto criativo na estrutura cognitiva dos estudantes.

Considerações Finais

A pesquisa sobre aprendizagem significativa da qual esse estudo faz parte se deu em um momento histórico delicado, onde enfrentamos a maior pandemia da história recente, e o ensino remoto foi adotado devido ao estado de urgência que o isolamento social demandava. Muitas adequações e privações foram enredos de nossas vidas pessoais, profissionais e educacionais. Entre elas, estudarmos cada um em sua casa, com suas condições de trabalho, conexão, tecnologias e a adoção de plataformas online de reuniões, disponibilização de materiais, recursos didáticos. A UEPS planejada foi readequada também para este novo contexto, sendo que a mesma já trazia a necessidade de modificar alguns tempos e espaços em sala de aula, como as metodologias empregadas para a aprendizagem significativa como: trabalho centrado no desenvolvimento de atividades pelos alunos, descentralização do conhecimento pelo professor, diferentes recursos didáticos, diferente abordagem temática.

Tradicionalmente encara-se o conhecimento científico como o único conhecimento válido, considerado verdadeiro; e o conhecimento escolar uma seleção fechada de alguns conceitos científicos a serem transmitidos pelo professor - detentor do conhecimento aos alunos - receptores - memorizadores de informações. A aprendizagem significativa crítica, defendida por Moreira (2011) e Costa Beber e Del Pino (2019), exige um rompimento com esses paradigmas, buscando superar a aprendizagem mecânica e promover a construção de conhecimentos e habilidades de acordo com as demandas individuais e sociais.

Nesse sentido os Mapas Conceituais se apresentam como recursos valiosos, uma vez que não existe o mapa conceitual adequado/correto para determinada área do conhecimento. Assim como o conhecimento humano é idiossincrático, o MC também o é, possibilitando que os alunos percebam também a idiossincricidade do conhecimento e reelaborando noções sobre a natureza das ciências, expandindo suas capacidades de elaborar estratégias de resolução de problemas e tomadas de decisões, ampliando o pensamento crítico, e elaborando sobre a validação do conhecimento. Ao permitir estabelecer relações entre diferentes áreas do conhecimento, pode promover também a ecologia dos saberes, manifestando as relações entre saberes populares, escolares e científicos e possibilitando a aprendizagem significativa crítica.

A ferramenta permite que o estudante reorganize seus conhecimentos, interligando novos conhecimentos com os conhecimentos prévios a partir de proposições existentes em sua estrutura cognitiva. A atividade com MC pode ser desafiadora, se houver as condições adequadas pode ser um elemento motivador da aprendizagem, bem como facilitar e promover o pensamento criativo. Apesar de existir há mais de cinco décadas, o MC ainda é uma ferramenta nova para os estudantes, requerendo uma boa apresentação e condução da atividade com atenção dos professores em auxiliar às dificuldades. Com isso o professor/a pode visualizar a estrutura cognitiva dos estudantes, sanando possíveis lacunas de aprendizado ou mesmo das atividades propostas.

Os Mapas Conceituais são considerados importantes ferramentas no desenvolvimento de atividades de ensino potencialmente significativas, permitindo sucessivas diferenciações e integrações entre os conceitos estudados. São ferramentas interessantes para o trabalho em grupo, estimulando a argumentação dos estudantes. E podem colaborar indicando as inúmeras relações existentes entre os diferentes campos do saber, mostrando a interdisciplinaridade e também a relação entre diferentes tipos de conhecimento, como os populares e científicos, por exemplo. No que diz respeito a aprendizagem significativa de estereoquímica é demonstrada

aqui também a possibilidade de relacionar os conteúdos químicos aos conhecimentos a respeito das plantas medicinais, fitoterápicos e indústria farmacêutica.

Referências

AQUINO, Kátia A. da S.; CHIARO, Sylvia de. Uso de Mapas Conceituais: percepções sobre a construção de conhecimentos de estudantes do ensino médio a respeito do tema radioatividade. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro. v. 18, n. 2, p. 158-171, 2013.

CORREIA, Paulo Rogério Miranda; DONNER JR, John WA; INFANTE-MALACHIAS, Maria Elena. Mapeamento conceitual como estratégia para romper fronteiras disciplinares: avaliando a importância da isomeria dos compostos orgânicos nos sistemas biológicos. **Ciência e Educação** (Unesp. Impresso), v. 14, p. 483-495, 2008.

CORREIA, Paulo R. M.; SILVA, Kleyfton, S. AGUIAR, Joana G.; FONSECA, Laerte. Mapas Conceituais no Ensino de Ciências e Matemática: Onde estamos e para onde vamos? **Caminhos da Educação Matemática em Revista/Online**. v. 9, n. 4, 2019.

COSTA BEBER, Silvia Z. C.; DEL PINO, José C. Mapas Conceituais, Saberes Populares e Aprendizagem Significativa: Referenciais para o Ensino de Química. **Caminhos da Educação Matemática em Revista/Online**. v. 9, n. 4, 2019.

DOS ANJOS FREITAS, Savana; DE ANDRADE NETO, Agostinho Serrano. A utilização do jogo Angry Birds Space na aprendizagem de conceitos de lançamento de projéteis e de gravidade no ensino fundamental: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 1, n. 2, p. 214-225, 2018.

LIMA, Josiel A. et al. Avaliação da aprendizagem em Química com uso de mapas conceituais. **Revista Thema**, Pelotas, v. 14, n. 2, p. 37 - 49, 2017.

LOURENÇO, Ariane B.; et al. Construção de Mapa Conceitual e Implicações na Prática Da Argumentação. **Caminhos da Educação Matemática em Revista/Online**, v. 9, n. 4, 2019

MOREIRA, Marco A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. **O ENSINO Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística**. Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, n. 23 a 28, 87-95, 1988. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>> acesso em: 20 de out. 2020.

MOREIRA, Marco A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

NOVAK, Joseph D. CANÃS, Alberto J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v.5, n.1, p. 9-29, jan.-jun. 2010.

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