



PRINCÍPIOS PROGRAMÁTICOS DA ORGANIZAÇÃO DO CONTEÚDO PARA FACILITAR A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE ESTEREOISOMERIA

PROGRAMMATIC PRINCIPLES OF CONTENT ORGANIZATION TO FACILITATE MEANINGFUL LEARNING OF STEREOISOMERY

Lara Colvero Rockenbach  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ profelaraqmc@gmail.com

Daniele Raupp  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ daniele.raupp@ufrgs.br

RESUMO: Neste trabalho, discute-se a aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, de 10 horas-aula, sobre Estereoisomeria e plantas medicinais, para terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública no Rio Grande do Sul, durante o Ensino Remoto. Busca-se evidenciar os quatro princípios programáticos do conteúdo com vistas à aprendizagem significativa: diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação. Os dados foram analisados segundo os pressupostos das análises de conteúdo de Bardin. A análise das avaliações formativas sugere ampliação na estrutura cognitiva, evidenciada pelos padrões de subsunção derivativa e correlativa, em maior frequência, e indícios de superordenação e combinação. Processos de estruturação do conhecimento foram denotados pela organização sequencial do conteúdo e diferentes recursos didáticos. Tais processos demandam avaliação processual, explorando diferentes situações, recursos e habilidades, concomitantes à negociação de significados, exigindo um ambiente favorável à argumentação e atento aos conhecimentos prévios.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Química. Plantas Medicinais. Diferenciação progressiva. Reconciliação integrativa.

ABSTRACT: In this study, we discuss the application of a Potentially Meaningful Teaching Unit consisting of 10 hours of lessons on Stereoisomerism and medicinal plants for the third year of high school at a public school in Rio Grande do Sul during Remote Learning. We aimed to highlight the four programmatic principles of the content with a view to meaningful learning: progressive differentiation, integrative reconciliation, sequential organization, and consolidation. The data were analyzed according to the assumptions of Bardin's content analysis and Gibbs' qualitative data analysis. The analysis of formative assessments suggests an expansion of the cognitive structure, evidenced by the patterns of derivative and correlative subsumption, which were more frequent, and signs of superordination and combination. Knowledge structuring processes were denoted by the sequential organization of the content and different teaching resources. Such processes demand process evaluation, exploring different situations, resources, and skills, being concurrent with the negotiation of meanings, requiring an environment conducive to argumentation and attentive to prior knowledge.

KEY WORDS: Chemistry Teaching. Medicinal Plants. Progressive Differentiation. Integrative Reconciliation.

Introdução

Tendo sido cunhado por Ausubel,¹ na década de 60, o conceito de aprendizagem significativa é amplamente abordado por pesquisadores e profissionais da educação e, conforme ilustra

¹David Paul Ausubel (1918-2008) foi um psicólogo e pesquisador que desenvolveu a teoria da aprendizagem significativa.



Moreira (1997), trata-se de um conceito implícito nas teorias construtivistas em educação. Havendo diálogo com outras abordagens teóricas, Moreira (1997), aponta a subjacência do conceito de aprendizagem significativa em obras de autores construtivistas e defende que o cognitivismo ausubeliano, enriquecido por Novak e abordado em sua obra sobre Psicologia Educacional, é o que melhor atende às demandas metodológicas do pensar e fazer educação em sala de aula, pelo enfoque dado à aprendizagem em sala de aula. A aprendizagem significativa implica nos princípios da não-arbitrariedade e da substantividade dos conceitos de ensino, que estes devem ser embasados, portanto, no conhecimento prévio de quem aprende, em busca de promover a aprendizagem proposicional. Na aprendizagem proposicional os conceitos de ensino e representações são relacionados de maneira subordinada, derivativa ou correlativa, superordenada ou combinatória na estrutura cognitiva do aprendiz. Sendo esta “uma aprendizagem com compreensão, com significado, com capacidades de explicar, descrever, aplicar os conhecimentos aprendidos.” (Moreira, 2021, p. 34). Nesta pesquisa parte-se dos trabalhos de Marco Antônio Moreira sobre Aprendizagem Significativa.

O termo “aprendizagem significativa”, conforme pontua Moreira (2021), integra o discurso educacional atual com o ideal de partir do conhecimento e desenvolvimento do estudante, utilizando como mediação as tecnologias educacionais. No entanto, a realidade nos espaços educativos institucionais não acompanha tal discurso, sendo o fazer educacional ainda centrado em preparar os estudantes para fornecerem respostas corretas em provas padronizadas como em um treino para uma testagem que não responde de fato sobre a aprendizagem. Trata-se da chamada “aprendizagem mecânica” que consiste em armazenar informações com uma memória de curto prazo, de maneira arbitrária, ou seja, sem relações com os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do estudante, e sem significado, sem requerer à real compreensão, limitando-se à resolução de situações conhecidas. Não são, no entanto, dois tipos opostos de aprendizagem, podendo ser vistos como extremos de um contínuo; uma aprendizagem mecânica pode progressivamente evoluir para uma significativa. Os autores explicam que a chave para a ocorrência da aprendizagem significativa, que tende a ser de longo prazo, é a interação cognitiva entre os conhecimentos novos e os conhecimentos prévios, sendo que estes, chamados de âncoras, ou subsunçores, devem ser conhecimentos relevantes para o estudante, organizados em redes, variáveis, que contém uma carga afetiva, e que só podem ser evidenciados no diálogo constante durante o fazer educacional (Moreira, 2021; Konflanz *et al.*, 2020).

Os quatro princípios programáticos do conteúdo com vistas à aprendizagem significativa são: diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação. O princípio da consolidação implica em não avançar no conteúdo programático, de acordo com uma adequada organização sequencial, sem que haja adequada estruturação e proposições entre os conceitos e representações na estrutura cognitiva dos aprendizes, sendo estes novos conhecimentos os possíveis subsunçores ou conhecimentos prévios com os quais os próximos conteúdos relacionar-se-ão (Moreira, 1997; Melo e Rodrigues, 2023). Assim, sob essa perspectiva, se faz necessária uma avaliação processual, acompanhando todas as etapas e agentes do processo educativo. Para tanto, utiliza-se o conceito da avaliação formativa que pode ser combinada com a avaliação somativa, comumente adotada pelo sistema de ensino, enriquecendo e dinamizando a aprendizagem na busca pela sua significatividade (Belmont, 2016). Os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa dizem respeito aos processos pelos quais os constructos se organizam na estrutura cognitiva do aprendiz, conforme se discutirá.

Em contato com pesquisas com abordagem da aprendizagem significativa, nota-se que, dada à aplicabilidade do termo em diferentes perspectivas construtivistas, o conceito se tornou um lugar-comum, sendo, por vezes, adotado sem um maior aprofundamento teórico. Elementos como diferenciação progressiva, reconciliação integrativa e avaliação formativa são ainda pouco observados nas pesquisas da área, conforme se pode visualizar na Tabela 1, que descreve uma

pesquisa aligeirada, utilizando como base de dados o Google Acadêmico, em setembro de 2023, no qual o uso dos diferentes descritores, aliados ao “ensino de química” e “aprendizagem significativa”, no contexto remoto, evidencia a limitação das pesquisas na minúcia dos conceitos.

Tabela 1: Relação quantitativa da célere pesquisa no Google Acadêmico

Marcadores utilizados	Quantidades de Resultados
"aprendizagem significativa" and "ensino de química" and "ensino remoto"	704 resultados
"aprendizagem significativa" and "ensino de química" and "ensino remoto" and "avaliação formativa"	75 resultados
"aprendizagem significativa" and "ensino de química" and "ensino remoto" and "diferenciação progressiva" and "reconciliação integrativa"	35 resultados
"aprendizagem significativa" and "ensino de química" and "ensino remoto" and "diferenciação progressiva" and "reconciliação integrativa" and "avaliação formativa"	9 resultados

Fonte: Autoras (2024).

Os resultados numéricos, relativos aos trabalhos encontrados com os descritores de interesse, apontam para a necessidade de aprofundamento da compreensão dos conceitos relacionados à Aprendizagem Significativa. A pesquisa explicitada no Tabela 1 (acima) objetivou demonstrar essa necessidade; os trabalhos encontrados não são foco deste artigo. Apresenta-se neste trabalho uma análise sobre os princípios da aprendizagem significativa e uma descrição de como eles foram empenhados no desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre Estereoisomeria em Plantas Medicinais, na disciplina de química, em duas turmas de Ensino Médio, no contexto do Ensino Remoto Emergencial (ERE). Considerando a questão de pesquisa, o questionamento adotado foi: *Quais as contribuições de uma unidade de ensino, baseada na teoria da aprendizagem significativa, com a temática plantas medicinais para ensino de estereoisomeria em compostos orgânicos?* Utilizou-se a temática plantas medicinais devido a sua estreita relação com o ensino de Química e pelos inúmeros exemplos da ocorrência de estereoisomeria em princípios ativos de plantas medicinais.

Aporte Teórico

Kafer, Wyrepkowski e Costa (2020) apresentaram no 39º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, em Lajeado/RS, uma breve análise de manuscritos, envolvendo o ensino de química na abordagem da aprendizagem significativa. A autora e seus coautores descrevem que a superação da abordagem puramente mecânica do conteúdo é uma demanda expressa por documentos como as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, a partir das quais a professora/or deve se preocupar em abordar os conhecimentos de maneira integrada e significativa, associando-os ao contexto natural e social. A pesquisa relata um aumento substancial na quantidade de teses e dissertações disponíveis no portal da Capes, relacionando os termos ensino de química e aprendizagem significativa nos dois anos anteriores à sua realização. Dentre os 44 estudos analisados, 24 abordaram Unidades Didáticas, 5 versaram sobre as TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação), 5 desenvolveram Materiais Didáticos; a Experimentação e o uso de Mapas Conceituais (MC) tiveram o mote de 4 trabalhos cada, e dois trabalhos explanaram sobre Oficinas temáticas.

Destacam-se algumas pontuações a respeito das Unidades Didáticas que propõem a promoção do aluno como sujeito do conhecimento, a importância da contextualização e da diversidade de

estratégias e ferramentas e a diversificação dos métodos de avaliação em uma sinergia entre abordagens qualitativas e quantitativas. As Tecnologias da Informação e Comunicação apresentavam-se como tópico de interesse mesmo em um contexto pré-pandêmico cujos simuladores e Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) constituíam-se como importantes ferramentas auxiliares e que tinham a potencialidade de aumentar o envolvimento dos estudantes (Kafer *et al.*, 2020). Outro destaque que se traz são os Mapas Conceituais como importantes ferramentas dentro do rol de metodologias da aprendizagem significativa que apresenta possibilidades de ampliação do desenvolvimento de habilidades de metacognição, sendo necessária a proposição de atividades facilitadoras no entendimento da ferramenta (Tavares, 2007).

O sistema escolar brasileiro, pluralizado a partir da defesa da universalização do acesso à educação básica, com a constituição de 1988, ainda tem suas práticas fortemente marcadas por uma certa assepsia e mecanicidade seja com os corpos, seja com o conhecimento, preconizando o conhecimento científico. A teoria da aprendizagem significativa propõe-se diferente da aprendizagem mecânica, a partir da preocupação com a relacionabilidade entre o novo conhecimento e a estrutura cognitiva do aprendiz. Não se trata, no entanto, de uma superação literal das práticas mnemônicas. Decorar é saber com o coração (Oliveira e Queiroz, 2017), mas também implica em memorizar, reter na memória. A proposição é dar significância ao que está se querendo ensinar, passando a aprendizagem de arbitrária e literal para não-arbitrária e substantiva. Conforme Moreira explica: “Não se trata, pois, de uma dicotomia, mas de um contínuo no qual elas ocupam os extremos.” (Moreira, 1997, p. 20).

Neste contínuo, entende-se que as práticas metodológicas, adotadas a partir do viés da aprendizagem significativa, são possibilidades de explorar diferentes linguagens e tipos de conhecimento, dando significados ao conhecimento a partir do contexto no qual as atividades se inserem, não buscando negar todas as construções anteriores sobre teorias da educação ou mesmo estruturas do conhecimento científico, mas sim pluralizá-los. Afinal, como explica Moreira (1997), são três os tipos de construtos envolvidos em uma situação de ensino: os pessoais do aprendiz, os inerentes à matéria de ensino e os construtos de quem ensina, e nenhum deles é definitivo, todos estão em constante transformação.

A teoria da Aprendizagem Significativa é uma teoria cognitiva, voltada para os fazeres e saberes em sala de aula, trazendo importantes contribuições para a compreensão dos fenômenos educacionais. A preocupação é, portanto, com a aprendizagem proposicional, porque os significados das ideias são expressos por representações geralmente na forma de conceitos, ligados entre si em sentenças a partir de conectivos ou de palavras de ligação. Um novo conhecimento se interliga ao complexo emaranhado de conhecimentos na estrutura cognitiva do aprendiz a partir de sua ancoragem, suas relações com alguma ideia mais geral e inclusiva já existente nessa estrutura, os subsunçores, sendo a nova aprendizagem subordinada, superordenada ou combinada a essas âncoras (Moreira, 1997).

O autor explica que existem três tipos, ou níveis, de aprendizagem significativa: representacional, conceitual e proposicional. E que sua ocorrência se dá a partir de processos de diferenciação progressiva, quando de um conceito mais amplo vão sendo diferenciados conceitos específicos, e reconciliação integrativa, quando os conceitos são relacionados entre si, subordinando-se a alguma ideia hierarquicamente mais abrangente. De forma subordinada (diferenciação progressiva), superordenada (reconciliação integrativa) ou combinatória que demanda um conhecimento mais vasto e conceitos de diferentes áreas se relacionam em uma compreensão mais aprofundada (Moreira, 2021).

Entre os fatores necessários para a ocorrência da aprendizagem, Moreira (2010) destaca os Cognitivos, os Afetivo-Sociais e os Externos. Exemplos de fatores cognitivos são a existência de ideias âncora, a discriminabilidade entre a ideia âncora e a nova ideia e a estabilidade da ideia

âncora. Aspectos individuais da vivência e condição socioeconômica são: o estímulo, material adequado, tempo de estudo, costume à aprendizagem mecânica e a disposição são citados como afetivo-sociais. Ainda existem fatores externos necessários à Aprendizagem Significativa como o ambiente escolar, o material instrucional, a maneira de expor o conteúdo, a não arbitrariedade e o estabelecimento de relações lógicas entre os conteúdos.

Em uma famosa frase traduzida de Ausubel, 1980, credita-se aos conhecimentos prévios como o principal fator para promover a aprendizagem significativa (Tavares, 2007), sendo primordial um ambiente de diálogo entre aluno - professor – conhecimento, a fim de “descobrir” os conhecimentos prévios sobre os quais se embasará a aprendizagem (Moreira, 2021). Trata-se dos chamados subsunçores que atuarão como âncora para o novo conhecimento e que podem consistir em concepções, construtos, proposições, representações, modelos etc. (Moreira, 2010) e que podem ter diversos significados no contexto e estrutura cognitiva do estudante, inclusive afetivos (Moreira, 2021). Os subsunçores são conhecimentos especificamente relevantes existentes na estrutura cognitiva que permitam a relação com os novos saberes; e no caso, se o aprendiz não possuir os subsunçores adequados, pode-se recorrer aos chamados organizadores prévios. Um organizador prévio é um recurso que deve anteceder a abordagem do conteúdo e possuir um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação a este.

Além de suprir a deficiência de subsunçores, os organizadores prévios podem ser utilizados para auxiliar os alunos a estabelecerem a relação entre os novos conhecimentos apresentados e os seus conhecimentos pré-existent (Moreira, 2008). A partir dos seus conhecimentos prévios, subsunçores ou âncoras, o processo de Diferenciação Progressiva ocorre à medida em que o aprendiz consegue especificar, caracterizar, aprofundar e diferenciar os conhecimentos e a Reconciliação Integrativa se dá ao realizar a convergência entre os novos conhecimentos e os subsunçores, organizando-se, desta maneira, a estrutura cognitiva (Moreira, 2010).

Sobre os conhecimentos prévios, parte-se da compreensão de que o conhecimento possui significados denotativos, aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino, e conotativos, podendo ter diversas significâncias no contexto e estrutura cognitiva e afetiva dos estudantes, e que ambos os significados se correlacionam durante o processo da aprendizagem e organização da estrutura cognitiva (Moreira, 2021).

Moreira define os três tipos de aprendizagem que representam diferentes níveis de aprendizagem. No nível representacional há a associação explícita entre a palavra (ou outro signo linguístico) e o objeto, enquanto que em um nível conceitual a palavra ou o signo representa mais que apenas uma nomeação, passando a carregar consigo noções de regularidade entre objetos, eventos, situações, propriedades, exigindo uma interpretação. Na aprendizagem à nível proposicional os conceitos relacionam-se com os conhecimentos prévios dos estudantes, sejam denotativos ou conotativos. A conceitualização precede a proposição. A aprendizagem proposicional tem seu significado no “produto da forma pela qual seu conteúdo se relaciona ao conteúdo de ideias relevantes estabelecidas na estrutura cognitiva” (Moreira, 2021, p. 27)

Para o trabalho educacional, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são propostas como princípios programáticos da organização do conteúdo, junto à organização sequencial e consolidação. Na aprendizagem subordinada, seja derivativa ou correlativa, o processo se dá por diferenciação progressiva, enquanto que nos processos de superordenação ocorre a reconciliação integradora, sendo ambos processos da dinâmica cognitiva, adotados como princípios facilitadores da aprendizagem (Rockembach *et al.*, 2024; Moreira, 1997). Algumas relações entre a aprendizagem significativa e os quatro princípios programáticos da organização do conteúdo podem ser observadas no mapa conceitual abaixo (Figura 1).

Figura 1: Mapa Conceitual Aprendizagem Significativa e Princípios Programáticos



Fonte: Autoras.

A aprendizagem subordinada é aquela em que o novo constructo é ancorado em algum conhecimento da estrutura cognitiva do estudante (Moreira, 2021). Neste caso, a partir de um conceito, representação ou ideia mais inclusiva se correlacionam ou derivam novas apreensões e o processo ocorre por meio da diferenciação progressiva. Facilitam-se essas operações cognitivas ao se organizar a matéria de ensino partindo de situações amplas que envolvam conceitos mais gerais e inclusivos e progressivamente ir diferenciando e detalhando diferentes perspectivas e especificidades envolvidas. Sendo, a priori, mais fácil para o estudante absorver diferentes aspectos do todo um pouco por vez do que unir as diferentes partes de um todo para sua compreensão (Moreira, 1997). De acordo com o autor, esse princípio também configura a própria organização do conhecimento na estrutura cognitiva, porque os conceitos são organizados hierarquicamente a partir de ideias mais inclusivas com as quais vão se aliando novas e diferenciadas proposições, conceitos e fatos (Moreira, 1997; 2021).

Não obstante, o conhecimento é organizado cognitivamente a partir das relações estabelecidas entre os diferentes constructos e níveis do conhecimento, sendo necessário que o processo de ensino também seja organizado de maneira a explicitar tais relações entre os conceitos e proposições, salientando as relações de diferença ou similaridade com o objetivo de reconciliar as contradições encontradas nas negociações de significado, sejam elas concernentes à matéria de ensino ou não, sendo este o princípio programático da reconciliação integrativa que busca propiciar os processos de superordenação, ou seja, integrar os diferentes aspectos abordados, a fim de obter um panorama geral, uma ideia mais ampla do contexto da matéria de ensino (Moreira, 1997). Na medida em que o processo de diferenciação progressiva acontece, vão sendo percebidas relações e padrões entre os conhecimentos, ocorrendo então simultaneamente o processo de reconciliação integrativa no qual ocorre a aprendizagem superordenada que implica na compreensão de proposições mais inclusivas capazes de subordinar várias ideias e conceitos.

A reconciliação integrativa consiste, então, na construção e reconstrução das relações conceituais, visto que novos conceitos foram incorporados à estrutura cognitiva e precisam ser reorganizados. Em outras palavras, a Aprendizagem Significativa, de acordo com Moreira (2012), pode ocorrer por Subordinação Derivativa quando, a partir de uma ideia geral, já conhecida, o aprendiz passa a conhecer novos exemplos; e por Subordinação Correlativa nos casos em que as novas relações entre o que se sabia e o novo conhecimento permitem um alargamento no

significado da ideia geral, podendo também ocorrer relações de Superordenação nas quais o aprendizado permite a criação de uma ideia mais geral e também hierarquicamente superior às ideias já existentes na estrutura cognitiva.

Assim, a subordinação ocorre quando de uma ideia geral se chega a exemplos específicos, e a superordenação ocorre quando a partir de vários exemplos específicos se chega a uma ideia geral. Estas aprendizagens vão progressivamente se interconectando de forma Combinatória, porque não são estruturados novos exemplos ou generalizações, mas sim recombinações do novo com o que já se sabe, em um processo de Reconciliação Integrativa (Moreira, 2012). A aprendizagem pode ainda ser combinatória, caso em que exige mais do que compreender a definição de um construto ou uma relação de conhecimento com um nível mais geral. Nela são organizados conhecimentos que demandam profundos conhecimentos prévios, uma combinação possível a partir de vasta e relevante base cognitiva (Moreira, 2021).

São descritos ainda outros dois princípios programáticos, ou seja, o da organização sequencial, que apresenta a defesa de organizar os tópicos sequencialmente em coerência com as relações naturais de dependência entre eles na matéria de ensino, considerando a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, e o princípio da consolidação, quando não se avança na apresentação do conteúdo antes que o conteúdo já estudado esteja consolidado (Moreira, 1997). Compreende-se, contanto, a importância da avaliação como um processo que ocorre em relação com os demais tópicos inerentes à ação educacional, pois a partir do olhar de avaliação formativa é possível a negociação de significados e com ela a possibilidade de perceber quando um conhecimento está satisfatoriamente consolidado para, assim, repensar o planejamento e avançar no desenvolvimento dos conhecimentos. Sobre a avaliação formativa, Farias, Queirós e Botter Júnior (2022, p. 339) pontuam: “uma avaliação de base formativa implica compreender a educação numa perspectiva democrática e humanizadora, em que o conhecimento é concebido como patrimônio cultural da humanidade e a aprendizagem como um direito de todos.”.

A avaliação carrega, portanto, íntima relação com o objetivo adotado no processo educacional. O sistema de ensino é ainda, sobremaneira, pautado na padronização e adequação do comportamento do estudante e na memorização de conteúdos fragmentados ora objetivando concluir a educação básica, ora o preparo para disputar processos seletivos. Nesse contexto, a quem ensina cabe transmitir um rol de conceitos, e a quem aprende cabe seguir a receita e realizar a reprodução mecânica das informações, e ser avaliado de acordo com a capacidade de reproduzi-las. Um ensino pautado na aprendizagem significativa não pode avaliar apenas em termos quantitativos e reproducionistas. Avaliar é uma habilidade que se realiza cotidianamente a fim de realizar escolhas e de se posicionar. Na concepção da aprendizagem significativa, a avaliação desloca o foco da capacidade do aluno em reproduzir conhecimentos, uma aprendizagem limitada na resolução de novos problemas e pouco provável de ser duradoura, para uma avaliação mais ampla que atente aos diversos aspectos envolvidos na educação: ensino, aprendizagem, currículo e contexto; orientando e sendo orientada pelos objetivos estabelecidos, pela organização do conteúdo, conhecimentos prévios dos alunos, escolha das metodologias e recursos adotados e, portanto, pelas correlações entre a tríade aprendiz, educador e conhecimento (Belmont, 2016).

O ensino hegemonicamente desenvolvido de maneira mecanicista tem sua avaliação com ênfase na classificação dos alunos a partir de seus resultados quantitativos, tendo caráter excludente e punitivo. Tal inflexibilidade é um aspecto que dificulta em grande maneira a mudança nas práticas pedagógicas. O objetivo da avaliação, na busca pela aprendizagem significativa, é de orientar a ação de professores e alunos, identificando se os objetivos educacionais estão sendo atingidos e monitorando a qualidade do ensino. Compreendendo que professores e alunos são corresponsáveis por esta e demais etapas do ensino. Devendo atuar ativamente na negociação de significados, a avaliação somativa pode ser um elemento avaliativo, porém a avaliação como

um todo deve ser vista de maneira processual, buscando evidências da aprendizagem significativa (Belmont, 2016). A avaliação nesta perspectiva busca compreender sobre a consolidação do conhecimento, sobre a qual pontua Moreira (2021, p.29-30):

No contexto da aprendizagem significativa, a consolidação não é imediata, é progressiva. No ensino, exercícios, resoluções de situações-problema, classificações, discriminações, diferenciações, integrações, são importantes antes da apresentação de novos conhecimentos. No entanto, como a aprendizagem significativa é progressiva não é preciso ficar “esperando” a consolidação. Ela é importante, mas deve ser entendida na perspectiva da progressividade ocorrendo junto com a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

Ainda segundo Belmont (2016), a aprendizagem é significativa quando o estudante pode explicar o conteúdo estudado a partir de suas próprias palavras de maneira explícita, em concordância com a matéria de ensino e aplicando em diferentes situações e com o uso de diferentes linguagens. Assim é imprescindível incluir no planejamento diferentes situações com atividades que não possam ser resolvidas a partir apenas da memorização mecânica, quando diferentes conceitos são necessários para a resolução dos problemas; e que tenham conexões com elementos do cotidiano dos alunos, bem como que sejam apresentadas progressivamente.

A fim de negociar significados, na busca pela consolidação dos conhecimentos, é necessário que o aluno tenha espaço para organizar suas ideias, criando hipóteses e desenvolvendo argumentos lógicos e coerentes; para tanto, deve haver um clima favorável no ambiente de ensino, para que haja segurança e conforto para a manifestação argumentativa (Belmont, 2016).

Uma sequência de experiências negativas, como as potencialmente geradas pelo processo centrado na avaliação somativa, gera sentimentos de inadequação consigo e com o processo educacional, agindo como uma barreira ao aprendizado, dada à disposição para aprender ser um elemento indispensável para tal. O pensar e o fazer estão intimamente conectados com o sentir. Quando professores e alunos interagem ativamente com o conhecimento, toda troca é um parecer sobre o planejamento e execução das atividades. A crítica feita à avaliação somativa é de que esta não pode ser a única maneira de avaliar, sendo uma avaliação puramente memorística e classificatória, atuando como um instrumento de controle e que após realizado não costuma ter seus resultados debatidos e enriquecidos. Enquanto a avaliação formativa ela envolve diferentes abordagens e metodologias, valorizando o processo de resolução de problemas e a forma como os estudantes interagem com o conhecimento. Assim,

Não há como saber se o aluno está aprendendo significativamente um certo conteúdo se não houver essa externalização durante os processos de diferenciação progressiva, reconciliação integrativa e consolidação. O ensino voltado para a aprendizagem significativa não pode ser monológico, deve ser dialógico (Moreira, 2021, p. 31).

As atividades de ensino devem ser organizadas a partir de um delineamento preciso das ideias essenciais do conteúdo. Tais conhecimentos têm caráter estruturante sobre os quais se assentarão os conceitos específicos a partir de novas proposições. Esta perspectiva de avaliação é assim essencial para a seleção do conteúdo, bem como das estratégias e recursos utilizados a fim de consolidar os novos conhecimentos e envolve a autoavaliação docente e discente (Belmont, 2016).

Dentre a diversidade de atividades, ferramentas e linguagens desenvolvidas no processo, na perspectiva da aprendizagem significativa e da avaliação processual, os mapas conceituais, apresentados por Novak e Gowin em 1972, são instrumentos que potencializam a meta-aprendizagem e os processos de diferenciação progressiva, reconciliação integrativa e

consolidação do conhecimento, permitindo a externalização da idiossincricidade do conhecimento com o qual os estudantes podem manifestar de que maneira estão relacionados os construtos em seu esquema cognitivo (Rockenbach e Raupp, 2023). Mapas conceituais podem ainda favorecer o desenvolvimento da argumentação, a interdisciplinaridade e as relações entre diferentes tipos de saberes (Lourenço *et al*, 2019; Beber, e Del Pino, 2019).

Uma pergunta orientadora inicial, ou questão focal, deve ser proposta para o desenvolvimento de um mapa conceitual (MC) cuja resolução envolve a seleção dos principais conceitos envolvidos na temática proposta na área de ensino (Conceição e Correia, 2020). Na organização do MC, os conceitos são relacionados a partir de uma sequência lógica e hierárquica, do mais inclusivo ao menos inclusivo, e essa relação é estabelecida por meio de proposições que podem ser verbos e/ou palavras de ligação que evidenciam a relação entre os conceitos, formando unidades semânticas. Trata-se de enunciações representadas graficamente pelas proposições elaboradas (Tavares, Oliveira e Müller, 2019; Novak e Cañas, 2010).

Devido à necessidade de estabelecer proposições cruzadas entre diferentes níveis hierárquicos e domínios do conhecimento, o MC pode facilitar o pensamento criativo, considerado por Novak e Cañas, 2010, como um nível muito alto de aprendizagem significativa. A adoção de práticas diferenciadas de ensino pode causar resistência em alunos acostumados com a aprendizagem mecânica, sendo necessário na proposição de mapas conceituais que o educador realize em conjunto com a turma elaborações sobre a relação entre o mecanismo do cérebro, a organização do conhecimento e a estrutura dos mapas. É necessário também que se ensine como utilizar as diferentes ferramentas e metodologias, um passo que o trabalho em pequenos grupos pode facilitar, colaborando para a construção do conhecimento e a prática da argumentação (Tavares, 2007; Novak e Cañas, 2010; Lourenço, *et.al*. 2019).

Metodologia

A metodologia, dividida em duas etapas, apresenta inicialmente a organização da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, UEPS² e a análise de dados, oriundos da aplicação.

Elaborou-se uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), conforme proposta por Moreira (2010), contextualizada a partir da temática Plantas Mediciniais. A experiência de aplicação da UEPS ocorreu via Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) durante o Ensino Remoto Emergencial (ERE), uma vez que transcorreu no segundo semestre de 2020, com duas turmas regulares de terceiro ano do Ensino Médio de uma escola da região central do Rio Grande do Sul. As turmas eram compostas por 27 e 20 alunos, chamadas aqui de turma A e B, respectivamente. Todos os alunos possuíam acesso aos recursos tecnológicos necessários para o desenvolvimento do ERE. Em decorrência da pandemia da Covid-19, as atividades estavam ocorrendo de forma remota, predominantemente de forma síncrona por meio das plataformas do *Google* - sala de aula e *Google Meet*. Salienta-se que esta pesquisa segue os preceitos éticos estabelecidos pela Resolução CNS nº 510/2016 (Brasil, 2016). Os dados analisados correspondem aos alunos que participaram de forma esclarecida e voluntária, mediante o preenchimento dos termos de Consentimento e Assentimento Livre. Na apresentação dos resultados foi garantida a impossibilidade de identificação do participante.

Em concordância com a literatura, a UEPS à qual se refere esse manuscrito, sobre Estereoisomeria em Plantas Mediciniais (Quadro 1) foi elaborada de maneira contextualizada, com exemplificações das aplicações dos conhecimentos envolvidos em diferentes princípios ativos presentes nas plantas abordadas, buscando a elaboração de diferentes situações problemas e o uso de diferentes recursos didáticos (Rockenbach, 2020), em especial as ferramentas de visualização

² O produto educacional derivado desta pesquisa pode ser encontrado na íntegra no link a seguir <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/239966>.

Princípios Programáticos da Organização do Conteúdo para Facilitar a Aprendizagem Significativa de Estereoisomeria

tridimensional de moléculas. O material de ensino foi elaborado seguindo a organização sequencial do conteúdo, buscando favorecer a negociação de saberes e a diferenciação progressiva dos conceitos e representações da matéria de ensino, e a concomitante reconciliação integrativa ao relacionar os conceitos centrais entre os dois tipos de estereoisomeria abordados e suas convergências e especificidades.

Quadro 1: Síntese UEPS – Estereoisômeros em Plantas Medicinais

Sequência	Etapas da UEPS	Estratégia/Recursos Utilizados/Conteúdos
Aula 1	1. Apresentação da UEPS (20 min) 2. Situação Inicial (30 min)	Questionário investigativo a respeito dos hábitos e conhecimento em relação à temática. Discussão do Documentário “Nem Santas nem do Diabo: O Potencial Inexplorado das Plantas Medicinais”. Tópicos Abordados: Conhecimentos Populares x Científicos, Confiabilidade das Plantas Medicinais, Plantas Medicinais e Hábitos Culturais.
Aula 2	3. Situação-problema inicial (20 min) 4. Aprofundamento do conteúdo isômeros <i>cis-trans</i> , <i>E,Z</i> (20 min) 5. Avaliação formativa (10 min)	Formulário para Interpretação de fórmulas estruturais em traços de pares de isômeros geométricos (diastereoisômeros) presentes em Plantas Medicinais. Exposição teórica do conteúdo com auxílio de slides e modelos moleculares. Tópicos Abordados: Conectividade e Configuração Molecular, Visualização Tridimensional, Diastereoisomeria, Nomenclatura <i>E/Z</i> , <i>cis/trans</i> , Atividade Biológica, Modelo Chave-Fechadura. Formulário para nova interpretação das estruturas simplificadas de moléculas presentes em Plantas Medicinais.
Aula 3	6. Nova situação-problema inicial (20 min) 7. Aprofundamento do conteúdo enantiômeros (20 min) 8. Avaliação formativa (10 min + assíncrona)	Formulário para interpretação de fórmulas estruturais simplificadas de pares de isômeros ópticos (enantiômeros) presentes em Plantas Medicinais. Exposição teórica do conteúdo com auxílio de slides e modelos moleculares. Tópicos Abordados: Conectividade e Configuração, Projeção em Cunha, Quiralidade, Atividade Ótica, Mistura Racêmica, Atividade Biológica, Modelo Chave-Fechadura. Montagem e visualização de moléculas presentes em Plantas Medicinais, em 3D, no aplicativo “Molecular Constructor”.
Aula 4	9. Aula integradora final (20 min) 10. Avaliação de aprendizagem na UEPS (30 min + assíncrona)	Síntese das temáticas, modelos e conceitos, elaborados na UEPS com auxílio de slides. Elaboração de Mapa Conceitual.
Aula 5	11. Avaliação somativa Individual (40 min) 12. Avaliação da própria UEPS (10 min)	Avaliação tipo teste com Exercícios de/ou adaptados de processos seletivos. Aplicação de questionário com questões abertas e questões tipo escala Likert.

Fonte: Autoras.

Os instrumentos de coleta de dados e o método de análise da aplicação foram os seguintes:

- Questionário Inicial - Formulários *Google*: contribuiu para investigar hábitos e conhecimentos a respeito da utilização das plantas medicinais no cotidiano dos estudantes, buscando possíveis subsunçores ou a identificação da necessidade do uso de organizadores prévios.
- Fichas Situação Problema Inicial - Formulários *Google*: primeiro tópico de estereoisomeria a ser abordado, integrando os conhecimentos prévios com os novos conhecimentos.
- Fichas Aplicação do Conhecimento - Formulários *Google*: com a função de avaliar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos conceitos apresentados em aula.
- Estruturas construídas com aplicativo *Molecular Constructor* (<https://molconstr.com/mobile/>): evidenciar a construção de significados de mais elevado nível de complexidade, em relação às representações em 3D, por meio de atividade colaborativa com a mediação do professor.
- Mapas Conceituais elaborados com a ferramenta *CmapCloud* (<https://cmapcloud.ihmc.us/>): permitiu verificar a ocorrência de processos de reconciliação integradora, levando o aluno a criar e recriar relações conceituais de modo a integrar os significados emergentes de modo harmonioso com os demais.
- Questionário Avaliação UEPS - Formulários *Google*: oportunizou a avaliação dos alunos sobre a UEPS.

Por se tratar de dados que podem ser analisados em perspectiva quali-quantitativa, procurou-se realizar uma metodologia de análise que utiliza análise de conteúdo de Bardin (2016) que compreende os polos cronológicos: pré análise, exploração do material e tratamento dos resultados. Tal análise se deu com as respostas coletadas a respeito das situações problemas. Após realizada a pré-análise, por meio de leitura flutuante, dos dados que compõe o corpus de análise, foi desenvolvida análise dedutiva, quando as categorias tomam forma no curso da análise. A exploração do material e o tratamento de resultados foram desenvolvidos utilizando-se a codificação com o método das categorias, usando como regra de enumeração a frequência e tendo como regras de base as três etapas propostas por Laville e Dionne (1999): 1) Recorte de conteúdos; 2) Definição das categorias analíticas; 3) Categorização final das unidades. A aplicação da UEPS também foi analisada qualitativamente por meio de descrição narrativa, a partir do diário de bordo da professora, bem como das produções realizadas pelos alunos como as imagens relativas à montagem de moléculas em 3D. Os mapas conceituais produzidos foram analisados de acordo com elementos da literatura, tendo resultado em um trabalho no Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências em 2023 (Rockenbach & Raupp, 2023).

Identificando os Processos de Diferenciação Progressiva, Reconciliação Integrativa e Consolidação

Nesta seção serão apresentados os dados referentes aos resultados da aplicação da Unidade de Ensino proposta. A primeira aula da UEPS consistiu em uma etapa de evidenciar os conhecimentos prévios e servir como organizador prévio, na qual se realizou uma contextualização inicial sobre a temática Plantas Medicinais, suas potencialidades e imbricações na natureza e sociedade, bem como levantamento de concepções iniciais e familiaridade com ela. O questionário inicial buscou explorar a visão das turmas sobre o uso de plantas e fitoterápicos como recurso terapêutico, sua confiabilidade, uso de plantas que seriam abordadas na UEPS e suas propriedades, reflexões sobre quem são as pessoas que se ocupam desse conhecimento e relações entre saberes populares e ciência. O registro das respostas serviu de dado para uma análise do perfil dos estudantes em relação à temática, a fim de discutir e avaliar a aplicação da unidade de ensino, e foi possível também identificar concepções equivocadas como em uma das respostas porque o estudante afirmava que, por ser um tratamento natural, não haveria contraindicações. Para além disso, considerou-se que a etapa de levantar conhecimentos prévios não seja passível de reducionismos, como em uma simples verificação de

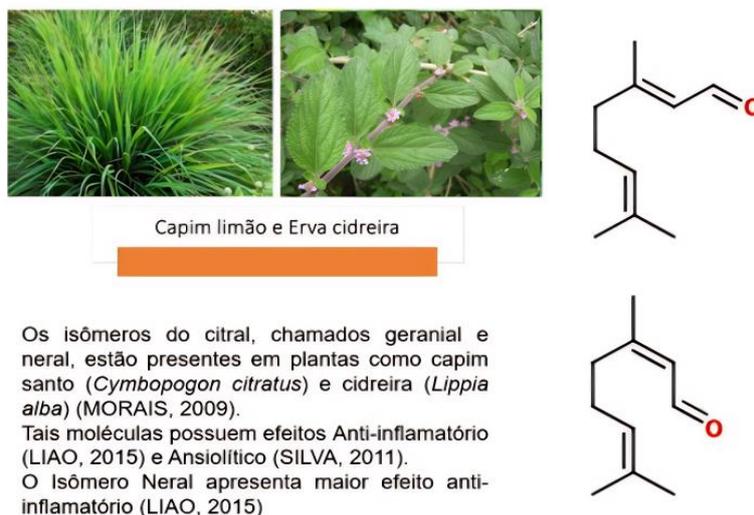
quais conceitos os alunos estão apropriados para mecanicamente relacionar à matéria de ensino, uma vez que não há linearidade no processo de aprendizagem, ou na própria construção do conhecimento (Moreira, 2021).

O documentário selecionado para a situação inicial foi elaborado pela Unifesp - Universidade Federal de São Paulo, escolhido por apresentar múltiplas abordagens da temática das Plantas Medicinais no contexto brasileiro, como: a pesquisa em sociobiodiversidade, os cuidados no uso das plantas, o debate sobre saberes tradicionais e científicos e o potencial da indústria farmacêutica a partir das Plantas Medicinais. Sua exibição foi seguida de um debate em que estudantes trouxeram ilustrações de experiências pessoais de cuidado em saúde com plantas medicinais, e comentários sobre tópicos de relevância no universo da temática, fomentando uma possível abertura para a aprendizagem, despertando interesses, em uma movimentação de emoções e curiosidades científicas.

A UEPS transcorreu então com a proposição de uma situação problema inicial (Figura 2), na aula 2. Estudantes receberam, no início da atividade, um link de um formulário do *google* onde se apresentavam representações em traços em 2D de um par de diastereoisômeros presentes no citral, presente, por exemplo, nas plantas capim limão e erva cidreira, e que possuem entre si diferentes intensidades em suas atividades anti-inflamatórias; com o questionamento a respeito da diferença entre as moléculas e sua nomenclatura. Essa atividade teve o intuito de verificar quais as semelhanças e diferenças entre as fórmulas estruturais de isômeros *cis/trans* seriam evidenciadas pelos estudantes. Buscou-se ainda despertar o interesse do aluno em interpretar cientificamente as estruturas e atividades biológicas dos diastereoisômeros, motivando a investigação de conceitos e proposições a respeito da temática. Importante destacar que a atividade exigia também habilidades de interpretação das estruturas, representadas em 2D, por meio da fórmula de traços.

Figura 2: Situação problema inicial

Observe as moléculas representadas abaixo, bem como suas diferentes propriedades e descreva o que diferencia as duas * moléculas, a ponto de levar às diferentes características.



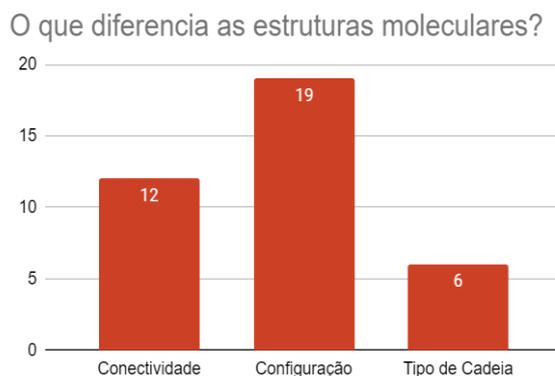
As duas moléculas receberiam o mesmo nome seguindo a IUPAC? *

Fonte: Autoras.

Após respondidos os questionários, foram projetados slides previamente elaborados onde se apresentou o aprofundamento teórico de acordo com a organização sequencial do conhecimento. Neste material, uma das primeiras colocações foi um esquema panorâmico dos

principais conceitos inerentes à estereoisomeria. O desafio da situação problema inicial foi então progressivamente sendo resolvido em suas diferenciações e especificidades, conforme descrito após a análise dos dados da Problematização Inicial. Os dados do questionário da situação problema inicial passaram pela análise dedutiva ao serem agrupados em categorias de respostas, de maneira representativa e mutuamente excludentes, conforme análise de conteúdo proposta por Bardin (2016). Quarenta estudantes responderam ao questionário. Após categorização inicial das respostas, constatou-se que 37 destas versavam sobre aspectos da estrutura molecular, sendo interpretadas de acordo com os aspectos levantados e subcategorizadas em: conectividade, configuração e tipo de cadeia, conforme Figura 3.

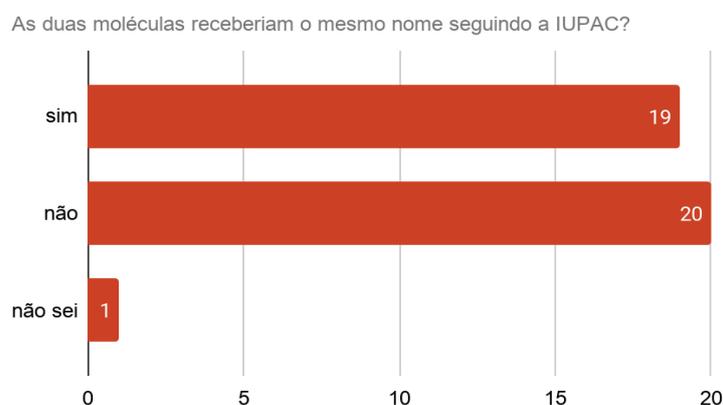
Figura 3: Subcategorias Respostas Problematização Inicial 1



Fonte: Autoras.

Com a análise das respostas coletadas um importante aspecto para a compreensão da estereoisomeria fica evidenciado: A diferenciação entre a conectividade, ou seja, a ordem na qual os átomos se ligam ao formar estruturas moleculares e a configuração, que é a organização espacial dos átomos. Existem moléculas que podem ter a mesma conectividade e diferentes configurações, ocorrendo assim a estereoisomeria. Um segundo aspecto levantado dos dados da situação problema inicial foi uma lacuna no conhecimento prévio a respeito da nomenclatura, pois, apesar de considerarem que as moléculas eram diferentes, muitos afirmaram que elas receberiam igual nomenclatura segundo a IUPAC. União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC). Em geral, espera-se que alunos do terceiro ano do Ensino Médio tenham tido contato com a sigla durante essa etapa de educação, na turma em questão já haviam sido trabalhadas questões básicas de nomenclatura. Dos 40 alunos que realizaram a atividades, apenas um afirmou que se tratavam de moléculas iguais e, ao responderem sobre a nomenclatura, 19 afirmaram que sim, teriam o mesmo nome, 20 afirmaram que não e 1 aluno não soube responder, conforme Figura 4.

Figura 4: Resultados Problematização Inicial Nomenclatura de Diastereoisômeros.



Fonte: Autoras.

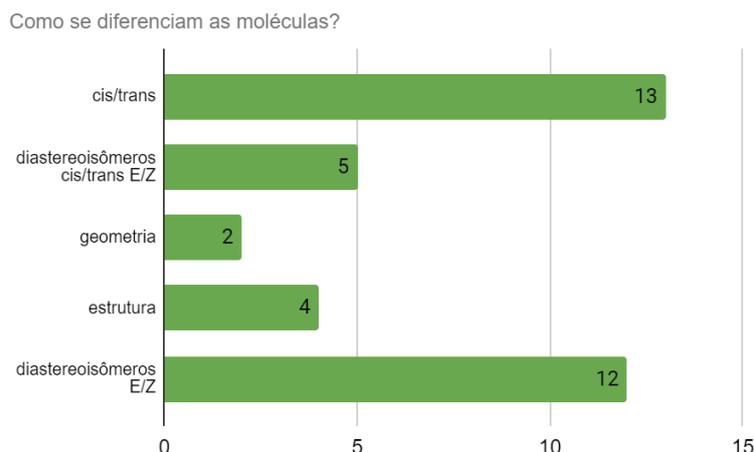
Na etapa do aprofundamento do conhecimento, os conceitos de conectividade e configuração foram pormenorizados em um processo de diferenciação progressiva, a partir da relação entre representações 2D, imagens tridimensionais e demonstrações com modelos físicos tridimensionais, diferenciando aspectos configuracionais e a ocorrência de diastereoisômeros devido ao impedimento energético da ligação entre os carbonos alcenos ou vizinhos no ciclo. A diferenciação entre aspectos configuracionais envolve a compreensão de outros subsunçores da química, como o conceito de ligação química e de visualização tridimensional, em um processo de aprendizagem combinatória, o que denota a dificuldade de trabalhar o conteúdo de estereoisômeros, sendo a aprendizagem combinatória um nível de aprendizagem em que vários conhecimentos prévios, de diferentes níveis e aspectos, são necessários (Moreira 2021). Sendo necessário diferenciar os aspectos de conectividade e configuração, o entendimento da possibilidade da ocorrência da diastereoisomeria, em determinada classe de compostos, exige a reconciliação integrativa entre os diferentes exemplos e aspectos e sua classificação em um nível mais amplo que os inclui.

As representações em duas e três dimensões foram comparadas com o uso dos slides, e a demonstração do impedimento energético ocorreu com auxílio de modelo molecular tridimensional. A visualização tridimensional costuma ser um desafio na aprendizagem e, portanto, no ensino, desafio este ampliado pelo ERE. Os alunos das turmas em questão possuíam acesso à infraestrutura necessária: dispositivos de reunião eletrônica, em sua maioria computadores e bom acesso à internet. A dinâmica do Ensino Remoto é complexa uma vez que a negociação de significados é dificultada pela não fluidez das trocas, bem como pela dificuldade em perceber suas expressões faciais e corporais durante as explicações. A comunicação durante as aulas no ERE foi uma das principais afetadas, uma vez que, por exemplo, amplificaram-se sentimentos de vergonha de falar em aula devido a ter que ligar o microfone ou ainda interromper o desenvolvimento do raciocínio etc.; afirmações que se faz ao analisar as vivências durante o período do ERE.

Após negociação de significados a respeito destes primeiros conceitos, foi abordada a questão da nomenclatura, envolvendo as normas da IUPAC (*E/Z*) e diferentes abordagens em processos seletivos e materiais didáticos, como a nomeação em *cis/trans*. A questão da atividade biológica foi então resgatada e abordada em termos de receptores moleculares e o modelo chave-fechadura com o qual alguns alunos relataram familiaridade entre os conceitos trabalhados em aulas de biologia. Os exemplos utilizados para a compreensão da nomenclatura, conforme os diferentes sistemas citados, baseiam-se em diastereoisômeros presentes em plantas medicinais.

Como avaliação formativa desta primeira etapa da UEPS foi aplicado um novo formulário com uma nova situação problema, envolvendo um distinto par de diastereoisômeros quando os alunos puderam manifestar novas e enriquecidas diferenciações. Como exemplos de compostos que poderiam ser abordados foi trazido o anetol, de ação antimicrobiana e analgésica, presente na erva doce, anis e funcho; e o cinamaldeído, de ação antimicrobiana e anti-inflamatória, presente na canela (Rockenbach, 2020). A nova situação problema apresentada abordou novo par de diastereoisômeros presente em plantas medicinais, trazendo informações de ação biológica e espécie medicinal, com a pergunta sobre o que diferencia as duas moléculas.

Por meio das respostas foi possível avaliar a consolidação dos conceitos apresentados em aula, já que os alunos, em sua maioria, estabeleceram relações entre as estruturas apresentadas e os conceitos de nomenclatura e organização tridimensional dos ligantes trabalhados em aula. Um montante de 36 alunos colaborou com suas respostas, dentre os quais 5 distinguiram as estruturas, utilizando ambos os sistemas de nomenclatura estudados, 13 demarcaram as nomenclaturas *cis/trans* e 12 explicaram conforme o sistema de nomenclatura *E/Z*, como pode ser visualizado na Figura 5, contabilizando um total de 30 respostas corretas no contexto da matéria de ensino.

Figura 5: Resposta Avaliação Formativa Diastereoisômeros

Fonte: Autoras.

A terceira aula da UEPS teve como intuito abordar os estereoisômeros enantioméricos. Partiu-se da aplicação de um novo formulário, contendo uma nova situação problema inicial (Figura 6), relacionando um par de enantiômeros também encontrados em princípios ativos de plantas medicinais, desta vez os isômeros do citronelal. Esse novo caso de estereoisomeria é importante para compreender as semelhanças e diferenças relativas às situações e exemplos de diastereoisomeria já trabalhados, agora com a necessidade de interpretar as estruturas em suas três dimensões para a compreensão da isomeria. Dessa forma, a diferenciação progressiva deverá promover a incorporação aos subsunçores estrutura molecular, conectividade e configuração de novos aspectos como a quiralidade e o centro de simetria. O processo de diferenciação progressiva é concomitante ao processo de reconciliação integrativa, uma vez que permite relacionar as diferentes aplicações de determinados subsunçores na medida em que integra seus significados, enriquecendo a estrutura cognitiva do aprendiz (Moreira, 1997; 2021).

Figura 6: Nova Situação Problema Inicial

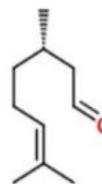
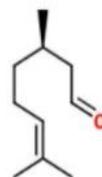
Observando as moléculas abaixo, de acordo com sua estrutura e fórmula molecular, você considera que são as mesmas moléculas? Qual a diferença entre elas? Discorra. *



Eucalipto, Menta e Canela

O citronelal apresenta atividades Antifúngica e Antioxidante, e está presente no eucalipto (*Eucalyptus*), erva-cidreira (*Melissa officinalis*), menta (*mentha L.*), canela (*cinnamomum*) e no capim santo (*cymbopogon*).

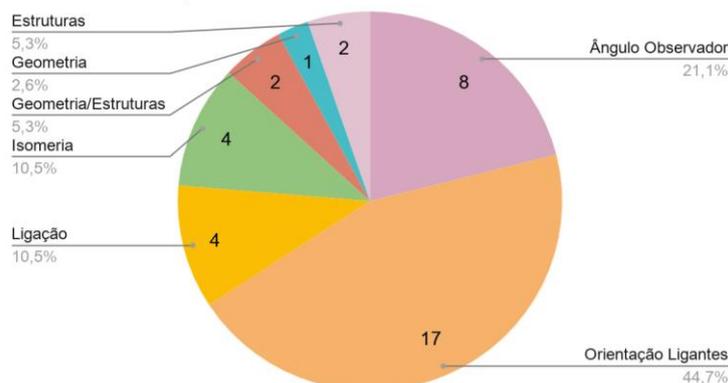
A estereoisomeria não interfere nas atividades antifúngica e antioxidante, bem como na citotoxicidade dos compostos. (OLIVEIRA, 2016)



Fonte: Autoras.

Nesta situação problema um importante conhecimento estruturador da compreensão do conteúdo foi o da representação da projeção de cunha que indica o plano em que se encontra o ligante, bem como a visualização tridimensional e a elaboração de estratégias de como perceber a diferença entre as moléculas. As respostas a essa nova situação problema foram analisadas e categorizadas. Na Figura 7, a seguir, as categorias encontradas a partir da análise de conteúdo das respostas à nova situação problema.

Figura 7: Respostas Situação problema 2 - O que diferencia os enantiômeros. Qual a diferença entre as moléculas?



Fonte: Autoras.

Do total de estudantes que responderam ao questionário, 11 afirmaram que ambas as representações do citrônial tratava-se da mesma molécula e 27 que seriam moléculas diferentes. Destes, 08 explicaram que na sua percepção o que muda entre elas é o ângulo do observador, tratando-se da mesma molécula. Quatro (04) estudantes buscaram explicar a diferença entre os isômeros em termos de ligações serem iguais ou diferentes, o que se analisou como uma tentativa de explicar os aspectos da configuração da estrutura molecular a partir da conectividade. Observa-se assim o processo de diferenciação progressiva entre os diferentes conceitos em que os subsunçores conectividade ainda estão sendo ancorados na estrutura cognitiva dos estudantes, ao mesmo tempo que servem de subsunçores para a compreensão da configuração.

Alguns alunos tentaram relacionar com conceitos de isomeria, e 17 deles expressaram-se em termos de orientação espacial dos ligantes, considerando o carbono cujo se ligante apresenta com a projeção em cunha, conforme discorreu uma das alunas: "A diferença é a ligação representada pelos triângulos. O triângulo todo pintado (primeira molécula) significa que o H está fora do plano da folha, na direção do observador. O triângulo com espaços (segunda molécula) significa que o H está fora do plano da folha, mas mais distante do observador.". (Aluna 10). Identificou-se aqui a concomitância dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, nesta altura do processo de aprendizagem. A aluna relaciona os aspectos de conectividade aos aspectos configuracionais, ao explicitar a percepção da projeção em cunha, em um processo de reconciliação integrativa, uma vez que o conceito de configuração passa a ser subordinado ao conceito de ligação.

A aula transcorreu com a utilização do material didático já mencionado e auxílio de modelos moleculares tridimensionais. A partir de representações tridimensionais de moléculas princípio ativos de plantas medicinais, contidas no material elaborado, foi realizada a diferenciação progressiva a respeito do sistema de representação em cunha, combinando o conhecimento das ligações químicas e suas representações com os conhecimentos prévios sobre a tridimensionalidade e sua representação no plano cartesiano (x, y, z). Após a elaboração a respeito da representação simbólica, uma nova diferenciação progressiva foi pormenorizada, ao se desvendar como definir a diferença entre moléculas especulares como os enantiômeros visualizados: sua sobreponibilidade.

Assim, foi ressaltado o conceito de simetria, exemplificados objetos simétricos e não-simétricos, e a especularidade das mãos, um exemplo de objeto assimétrico, relacionando-a à especularidade dos “isômeros óticos”. O conceito de molécula quiral foi também esmiuçado. A temática foi balizadora da proposta didática, sendo as principais situações problemas e exemplificações dadas relacionadas a plantas medicinais. Entretanto, exemplos que não tinham relação direta com a temática também foram abordados a fim não só de enriquecer o contexto, mas também abordar os conteúdos da matéria de ensino.

Em um processo de reconciliação integrativa, o conceito de atividade biológica foi retomado correlacionadamente com os exemplos já aprendidos, demonstrando que o modelo de encaixe entre princípio ativo e receptor biológico também pode ser aplicado aos enantiômeros, e uma nova característica, novo conceito, foi introduzida a característica experimental dos enantiômeros do desvio do plano da luz polarizada (+/-), e o conceito de mistura racêmica que foram abordados a partir do fato histórico da descoberta de Pasteur. Não se trabalhou o sistema de nomenclatura *R/S* para os enantiômeros que foram apenas exemplificados como a maneira de nomear, diferenciando do sistema +/- que indica a atividade ótica.

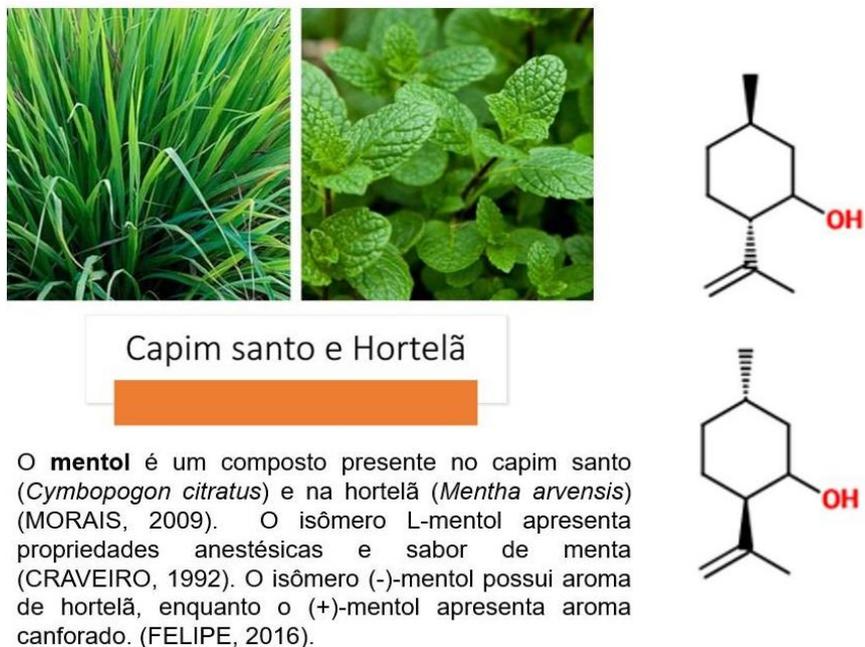
Salienta-se que os termos isomeria ótica e isomeria geométrica são desencorajados pela IUPAC que recomenda os termos diastereoisômeros e enantiômeros. Os enantiômeros são pares moleculares que são imagens especulares uma da outra e não sobreponíveis. Já os diastereoisômeros não têm relação com a imagem especular (IUPAC, 2012). No entanto, a vivência junto à educação básica e também considerando os processos seletivos de contexto, em materiais didáticos e avaliações, é comum encontrar diferentes termos para a definição dos isômeros espaciais como os termos considerados obsoletos - ótico e geométrico, bem como sistemas de nomeação *cis/trans*; por isso, recomenda-se a utilização de ambos os termos, apesar de os termos oficiais serem considerados de difícil compreensão por se tratarem de termos até então desconhecidos pela grande maioria dos estudantes, o que não foi interesse neste trabalho tratar sobre o mérito da questão.

Dado o contexto das turmas com as quais ocorreu o desenvolvimento desta UEPS, os entraves de infraestrutura básica, para o desenvolvimento do ERE, não foram a principal dificuldade. Sendo a mesma a questão do estabelecimento de um diálogo, de comunicação, engajamento e participação durante o desenvolvimento da explicação teórica. No período de vivência do Ensino Remoto Emergencial ficaram explícitas as inúmeras dimensões envolvidas na prática educativa presencial: a postura, os movimentos e gestos, o tom de voz, as negociações de significado com a professora e com os colegas, a atenção, o engajamento e motivação etc. A organização do tempo também se dá de maneira diferente, quando no presencial se pode, de acordo com as interações afloradas na atividade, fazer pausas, reexplicar o aspecto de dificuldade visível nas expressões faciais dos estudantes, fazer perguntas e interagir com alunos que estejam se dispersando, ou ainda provocar aqueles que podem contribuir com o desenvolvimento do raciocínio; no remoto, essas estratégias precisam ser reformuladas e a criação de uma dinâmica de diálogo é um grande desafio.

Uma das reclamações expressas por alguns alunos foi a repetição da estratégia do uso de formulários para resolver as situações problemas. As reclamações tiveram pelo menos duas ordens: uma delas a de ter que criar uma explicação antes da explicação do conteúdo, em uma ansiedade e medo de errar; e a outra o esgotamento da motivação em responder, o enfado da proposta. Acredita-se que outras estratégias de apontamento de respostas deveriam ser desenvolvidas, como recursos mais interativos, sendo esta uma das limitações dessa pesquisa. Também se aponta para a dificuldade em manter a atenção às aulas presenciais remotas. A diferente dinâmica do Ensino Remoto exige repensar os tempos; uma aula presencial de 50 minutos transcorre de maneira muito diferente de uma aula remota neste intervalo, uma vez que as inúmeras retroações entre os sujeitos envolvidos, e que enriquecem a prática, são limitadas pela não presencialidade.

Como atividade de avaliação formativa desta segunda parte do conteúdo, foi proposto aos alunos um trabalho em duplas de montagem das representações tridimensionais dos isômeros especulares da carvona, do mentol e do limoneno, a exemplo da Figura 8, com o uso de um aplicativo de realidade aumentada chamado *Molecular Constructor*.

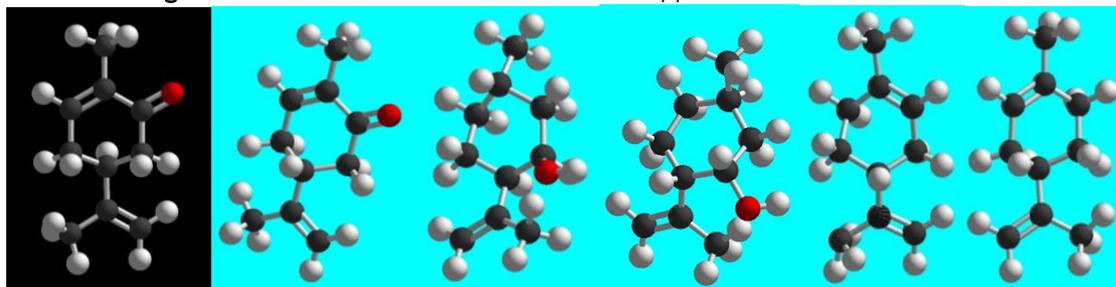
Figura 8: Pares de enantiômeros propostos para a construção com o aplicativo



Fonte: Autoras.

Para a utilização do aplicativo *Molecular Constructor* foi disponibilizado um material com um passo a passo de como manipulá-lo. A atividade proposta demandou dos estudantes uma diferente abordagem dos conceitos trabalhados, desenvolvendo habilidades de transposição 2D para 3D, exigindo sucessivas negociações, diferenciações e reconciliações entre os conhecimentos necessários, não sendo passível de resolução mecânica. Na Figura 9, apresenta-se um compilado das estruturas da carvona, do mentol e do limoneno, montadas pelos/as alunos/as.

Figura 09: Enantiômeros montados com o app *Molecular Constructor*



Fonte: Autoras.

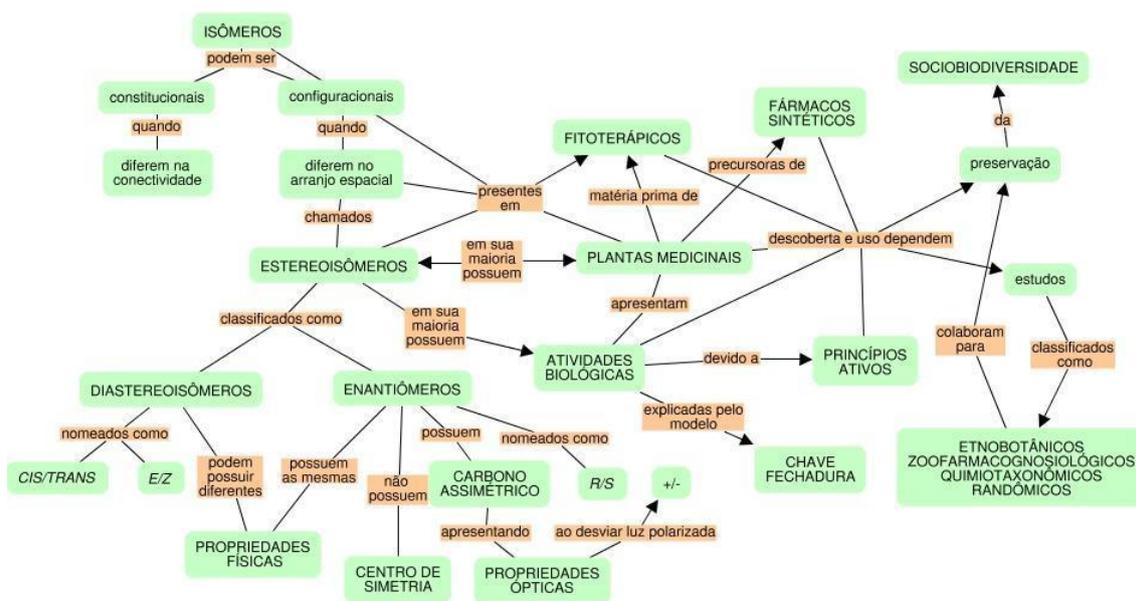
No posterior momento de avaliação da UEPS, essa atividade foi considerada proveitosa pelos alunos que relataram que ela exigiu uma intensa troca de saberes e percepções, bem como a necessidade de perceber quando estavam desenhando a mesma estrutura em diferentes ângulos, e quando estavam desenhando o enantiômero. Esta negociação exigiu o desenvolvimento de habilidades espaciais de parte dos alunos. A resolução de problemas em 3D pode ser facilitada com o uso de modelos e imagens de aplicativos, sendo este tipo de problema um dos principais no estudo da química orgânica (Graulich, 2015). Observando as estruturas, é possível verificar a complementaridade especular delas, como nas estruturas do limoneno (duas

últimas). As imagens foram feitas pelos alunos conforme sua imagem especular, sendo possível perceber facilmente que se trata de imagens especulares. A resolução de problemas em 3D pode ser facilitada com o uso de modelos e imagens de aplicativos, sendo este tipo de problema um dos principais no estudo da química orgânica (Fromm, 1945; Shine, 1957; Evans, 1963; Habraken, 1996; Wu e Shah, 2004), fazendo com que o uso de recursos visuais no ensino de química seja indispensável no trabalho de mediação dos conteúdos, facilitando a visualização tridimensional e conformacional das estruturas e propiciando o desenvolvimento de habilidades mentais de domínio espacial.

Entende-se que essa atividade possibilitou a transposição dos conhecimentos conceitual e representacional, bem como entre os conhecimentos práticos e teóricos. Destaca-se a dificuldade em desenvolver trabalhos colaborativos, bem como de estabelecer a negociação de saberes dentro dos AVA e no ERE, e também a atenção necessária ao se utilizar diferentes recursos didáticos. Novas metodologias e recursos devem ser desenvolvidos progressivamente, informando e negociando sua intencionalidade, bem como ensinando o passo a passo de sua utilização.

Em uma aula subsequente (aula 04), foi realizada uma revisão dos elementos concernentes à estereoisomeria, buscando denotar os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Após exposição dialogada dos slides, foi proposta como atividade integradora final a construção de Mapas Conceituais. A atividade foi considerada de difícil execução, porém de alta proficiência entre os estudantes. As proposições expostas em um MC são indícios da aprendizagem significativa, e podem ser balizadoras da negociação de significados, da avaliação do discente bem como das atividades de ensino, sendo, inclusive, um instrumento de autoavaliação que permite ao aluno explorar e consolidar seu conhecimento (Rockenbach e Raupp, 2023). Na Figura 10, para exemplificar uma possível estrutura de mapa conceitual, relacionando a temática aos conteúdos trabalhados, apresenta-se um mapa conceitual, elaborado pela autora durante a elaboração da UEPS. Outros exemplos de mapas conceituais, disponíveis *online*, foram apresentados para os alunos a fim de que compreendessem a metodologia proposta.

Figura 10: Mapa Conceitual sobre Estereoisômeros em Plantas Medicinais



Fonte: Autoras.

Foi proposto, após explicação sobre a ferramenta, o desenvolvimento de mapas conceituais, em grupos de até 3 alunos, utilizando a ferramenta *online CmapTools* a partir de conceitos-chave,

trabalhados durante a UEPS; foi disponibilizada uma lista com os principais conceitos concernentes à matéria de ensino e a contextualização adotada, com a orientação de que poderiam ser um ponto de partida para a elaboração do mapa conceitual. Os grupos foram orientados a elaborar rascunhos antes da construção final, e poderiam utilizar outras ferramentas. A atividade teve início durante a aula, e os alunos tiveram um período de uma semana para o envio dele, via *google classroom*. Também foi elaborado um passo a passo para a utilização da ferramenta, bem como demonstração em aula síncrona sobre ela, após explicação sobre o que o mapa conceitual representa e como os conceitos se organizam nas estruturas cognitivas. O uso de mapas conceituais permite evidenciar os processos de subordinação, superordenação e combinação entre os conceitos, podendo ainda evidenciar possíveis lacunas na aprendizagem e no material didático utilizado (Novak e Cañas, 2010).

Ao total foram enviados, via plataforma, 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. 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. 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 indica um salto criativo na compreensão da matéria de ensino, já que o pensamento criativo é expresso em um mapa conceitual pelas proposições e pelas ligações cruzadas (Novak e Cañas, 2010).

A UEPS analisada foi avaliada (aula 05) também por meio de um questionário escala Likert pelos alunos. Esse tipo de questionário é amplamente utilizado em pesquisas de opinião, porque 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. O questionário em questão foi aplicado com objetivos de pesquisa de opinião sobre a atividade desenvolvida e não diretamente como instrumento de avaliação da aprendizagem significativa. No entanto, o Mapa Conceitual, que é uma ferramenta desenvolvida a partir da teoria da aprendizagem significativa, e o estabelecimento de relações a partir dos conhecimentos prévios tendo sido afirmados pelos alunos como profícuos em relação à sua aprendizagem.

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 idiosincrático, o MC também o é, possibilitando que os alunos percebam também a idiosincricidade 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. 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 (Rockenbach e Raupp, 2023).

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 recursos 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 à 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 (Rockenbach e Raupp, 2023).

No que tange à avaliação formativa, destaca-se, por fim, que é um trabalho inerente aos interessados em uma aprendizagem significativa, exigindo constantes negociações, explanações e argumentações, sendo uma análise realizada a partir de uma diversidade de metodologias e manifestações como as respostas escritas, as participações verbais, a construção da representação molecular, a organização do mapa conceitual etc. No entanto, as avaliações de cunho somativo também podem compor a análise de aprendizagem por meio da avaliação formativa, sendo um dos elementos considerados. Ademais tais atividades podem ser elaboradas com questões que exijam reflexividade, que explorem diferentes situações e habilidades e suas inter-relações para além de seus aspectos quantitativos e atividades memorísticas, sendo importantes para determinados objetivos educacionais presentes na realidade. Assim, a atividade final da UEPS, aula 05, também transcorreu com a aplicação de uma avaliação somativa, a partir proposição de uma lista de exercícios de processos seletivos sobre o conteúdo estereoisomeria, em sua maioria objetivos, cujos resultados quantitativos corroboram com a proficiência das atividades desenvolvidas, conforme resultados. Um total de 30 respostas válidas foram coletadas, sendo que 19 alunos atingiram média superior a 70%. Mesmo que o foco da aprendizagem significativa não seja quantitativo e puramente memorístico, salienta-se a importância de exercitar o conhecimento a partir de diferentes aspectos do conteúdo, bem como o reconhecimento de que a habilidade de obter bons resultados somativos era um dos objetivos das turmas que participaram do estudo.

Considerações Finais

A adoção de metodologias de aprendizagem significativa exige uma sequência de adaptações ao romper com o costume das atividades mnemônicas, e nesta experiência somaram-se à adaptação ao ERE. Quando o computador, a partir da AVA, deixa de ser apenas uma ferramenta de modelagem e um veículo de materiais educativos, e passa a ser uma interface que perpassa a mediação de conhecimento e a própria interação interpessoal entre os envolvidos, o cenário adquire uma nova complexidade. A UEPS planejada foi readequada também para o novo contexto que se apresentava, 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, sendo a contextualização, a partir das plantas medicinais uma alternativa que permite abordar interdisciplinarmente, trazendo reflexões sobre cuidado em saúde e preservação da sociobiodiversidade, a exemplo do abordado na problematização inicial com o debate a respeito do documentário, das situações problemas e exemplos propostos e também do que demonstra o mapa conceitual apresentado.

Procurou-se neste texto demonstrar de que maneira os quatro princípios programáticos do conteúdo foram organizados no transcorrer da UEPS, em vias de promover a aprendizagem significativa e como transcorreram as negociações de saberes durante o desenvolvimento dela,

no que tange aos processos de diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação do conhecimento. A organização sequencial do conteúdo e materiais adequados, que abordam diferentes linguagens, é um fator importante tanto quanto o favorecimento da expressão dos conhecimentos prévios dos estudantes, sendo estes conhecimentos não passíveis de reducionismos, construídos idiossincraticamente, envolvendo aspectos cognitivos e também afetivos. Uma importante reflexão, que encontra as teorias de aprendizagem significativa, foi descrita por um aluno que participou da pesquisa: Podemos errar para aprender! Assim também é o professor, um ser inacabado e em constante necessidade de revisão e aperfeiçoamento, de maneira que os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, sendo constantemente reavaliados e reavaliadores na negociação de significados, são conhecimentos que qualificam os fazeres em educação.

O olhar sobre os resultados para compreender os processos cognitivos detalhados por Moreira permitiu visualizar a progressão entre os conceitos necessários para a compreensão da estereoisomeria, já que determinados aspectos exigem uma aprendizagem combinatória entre conceitos subordinados a diferentes conceitos-chave tanto da química quanto da biologia e da matemática. A transposição entre as formas de representação das estruturas moleculares orgânicas, com o desafio da visualização tridimensional, soma-se aos aspectos conceituais, demandando o uso de estratégias de ensino adequadas para tal, como o uso de diferentes representações nas projeções, modelos moleculares e aplicativo de realidade aumentada.

A diversidade de estratégias, como o uso do aplicativo de montagem de moléculas e de mapas conceituais, bem como o registro da participação ativa dos estudantes nas situações problema propostas, possibilitam a avaliação processual formativa e não apenas somativa, porque a evolução progressiva de cada estudante se torna mais explícita e a negociação de significados é facilitada. Atividades de avaliação somativa também podem ser empregadas na perspectiva da aprendizagem significativa, podendo apresentar diferentes problemas a serem solucionados, bem como os processos de repetição do conhecimento que auxiliam na memorização dos conceitos, um passo que pode servir de base para a promoção da aprendizagem de longo prazo; além de preparar para o tipo de avaliações presentes em processos seletivos que são uma realidade.

Buscou-se contribuir para o estudo das abordagens em aprendizagem significativa, em específico das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, e com a proposição de estratégias para o ensino de estereoisomeria no Ensino Médio, salientando o desafio de quem ensina em mediar os processos de construção do conhecimento, mas também a satisfação ao desenvolver estratégias dialógicas em sala de aula,

Ensinar é um desafio, mas perceber que os alunos estão aprendendo significativamente é compensador e até emocionante. Perceber que estão apenas decorando conteúdos mecanicamente é uma frustração, uma perda de tempo (Moreira, 2021, p. 34).

No tocante ao ERE compreende-se que este trabalho pode ser uma contribuição como um relato de experiência de atividade de ensino potencialmente significativa, apresentando algumas propostas de abordagem e ferramentas didáticas, bem como as dificuldades e entraves encontrados. Neste sentido é também um registro dos desafios encontrados durante o período de atividades emergenciais.

Referências

Bardin, Laurence (2016). *Análise de Conteúdo*. Tradução Luis Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70.

- Beber, Silvia Z. C., & Del Pino, José C. (2019). Mapas conceituais, saberes populares e aprendizagem significativa: referenciais para o ensino de química. *Caminhos da Educação Matemática em Revista*, 9(4), 106-126.
- Belmont, Rachel S. (2016). Contribuições da teoria da aprendizagem significativa para a avaliação educacional. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 6(3), 79-88.
- Brasil. Conselho Nacional de Saúde (2016). *Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016*. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais cujos procedimentos metodológicos envolvam a utilização de dados diretamente obtidos com os participantes ou de informações identificáveis ou que possam acarretar riscos maiores do que os existentes na vida cotidiana. Brasília (DF), 2016.
- Conceição, Adriano N., & Correia, Paulo R. M. (2020). Por que definir a pergunta focal dos mapas conceituais é importante? A identificação de mapas superficiais sem erros conceituais. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(3), 471-486.
- Craveiro, Afrânio A., & Queiroz, Danilo C. (1993) Óleos Essenciais e Química Fina. *Química Nova*, 16(3).
- Evans, Gordon (1963) Stereochemistry in the terminal course. *Journal of Chemical Education*, 40(8).
- Farias, M. F., Queirós, W. P., & Botter Júnior, W. (2022). Concepções Avaliativas de Professores de Química do Ensino Médio. *Revista Debates em Ensino de Química*, 8(3), 338-358.
- Felipe, Lorena O., & Bicas, Juliano L. (2017). Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. *Química Nova na Escola*, 39(2), 120-130.
- Fromm, Fritz (1945). On stereochemistry. *Journal of Chemical Education*, 1, 4322.
- Graulich, Nicole (2015). The tip of the iceberg in organic chemistry classes: how do students deal with the invisible?. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(1), 9-21.
- Habraken, Clarisse L. (1996). Perceptions of chemistry: Why is the common perception of chemistry, the most visual of sciences, so distorted? *Journal of Science Education and Technology*, 5(3), 193-201.
- IUPAC (2012). *International Union of Pure and Applied Chemistry*.
- Kafer, Giovana A., Wyrepkowski, Carlos C., & Costa, Denise K. (2020). O ensino de química e a aprendizagem significativa: uma análise de manuscritos. *Anais do 39 EDEQ*, n (39). [...]. Lajeado: UNIVATES.
- Konflanz, Gabriel M. *et al.* (2020). Unidade de Ensino Potencialmente Significativa mediada pelas Tecnologias de Informação e Comunicação para o ensino de Séries de Fourier. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 2(2), 446-468.
- Laville, Christian, & Dionne, Jean (1999). *A Construção do Saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Tradução de Heloisa Monteiro e Francisco Belo Horizonte: Editora UFMG.
- Liao, Pei-Chun, Yang, Tsung-Shi, & Chou, Ju-Ching (2015). Anti-inflammatory activity of neral and geranial isolated from fruits of *Litsea cubeba* Lour. *Journal of Functional Foods*, 19, 248-258.
- Lourenço, Ariane. B. *et al.* (2019). Construção de mapa conceitual e implicações na prática da argumentação. *Caminhos da Educação Matemática em Revista*, 9(4), 6-28.
- MELO, Márcia S., & Rodrigues, Cristiane S. C. (2023). As concepções de alunos do Ensino Fundamental e Médio sobre o conceito de densidade: o que dizem as pesquisas. *Revista Debates em Ensino de Química*, 9(1), 278-293.

- Morais, Selene M. *et al.* (2009). Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 19(1B), 315- 320.
- Moreira, Marco A. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. *Actas del encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo*, Burgos, Espanha, 19(44), p. 1-16.
- Moreira, Marco A. (2008). Organizadores previos y aprendizaje significativo. *Revista chilena de educación científica*, 7(2), p. 23-30.
- Moreira, Marco A. (2010). *O que é afinal Aprendizagem Significativa?* Instituto de Física – UFRGS.
- Moreira, Marco A. (2012). ¿ Al afinal, qué es aprendizaje significativo?. *Curriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa*. 25, 29-56.
- Moreira, Marco A. (2021). Aprendizagem significativa em ciências: condições de ocorrência vão muito além de pré-requisitos e motivação. *Revista ENCITEC*, 11(2), 25-36.
- Novak, Joseph D., & Cañas, Alberto J. (2010). A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis educativa*, 5(1), 9-29.
- Oliveira, Heloísa M. B. F. (2016). *Avaliação das atividades antifúngica, antioxidante e citotóxica dos monoterpenos (r)-(+)-citronelal, (s)-(-)-citronelal, 7-hidroxicitronelal*. Tese (Doutorado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- Oliveira, Roberto D. V. L., & Queiroz, Glória R. P. C. (2017). *Conteúdos Cordiais – Química humanizada para uma escola sem mordidas*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Rockenbach, Lara C. (2020). *Plantas medicinais e estereoisomeria no ensino médio: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa*. Dissertação (Mestrado em Química), PROFQUI/UFRGS.
- Rockenbach, Lara C., & Raupp, Daniele (2023). Mapa Conceitual como representação da Estrutura Cognitiva: Recurso didático e avaliativo para a Aprendizagem Significativa Crítica de Estereoisomeria. *Anais do XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, Editora Realize, Campina Grande – PB.
- Rockenbach, Lara C., Raupp, Daniele T., & Andrade Neto, Agostinho S. (2024). Aprendizagem significativa de estereoquímica utilizando plantas medicinais como contextualização por meio de ambiente virtual de aprendizagem. *ACTIO: Docência em Ciências*, 9(1), 1-17.
- Shine, Henry J. (1957). Aids in teaching stereochemistry: Plastic sheets for plane projection diagrams. *Journal of Chemical Education*, 34(7), 355.
- Silva, Gilvanildo B. (2011). *Isolamento, caracterização, quantificação e avaliação da pureza enantiomérica de linalol, carvona e limoneno em óleos essenciais de espécies aromáticas*. Dissertação (Mestrado em Química). Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal de Sergipe.
- Tavares, Romero (2007). Construindo mapas conceituais. *Ciências & cognição*, 12, 72-85.
- Tavares, Laís C. *et al.* (2019). Mapas conceituais como instrumentos no auxílio da aprendizagem significativa no ensino de química. *Revista Debates Em Ensino De Química*, 4(2 (esp.)), 294-310.
- Wu, Hsin-Kai, & Shah, Priti (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, 88(3), 465-492.