



UTILIZAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

USE OF CONCEPT MAPS IN THE TEACHING-LEARNING PROCESS OF CHEMISTRY IN HIGH SCHOOL

Naylson Ferreira  

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

✉ naylsonfquimico@gmail.com

João Batista dos Santos Júnior  

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

✉ joabats@ufscar.br

Cássia Sousa Fornari  

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

✉ cassiafornari@gmail.com

Simone Tavares  

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

✉ simone.tavares@estudante.ufscar.br

RESUMO: O mapa conceitual, instrumento criado por Novak, pode ser utilizado na obtenção de informações valiosas a respeito da construção do conhecimento conceitual. Este trabalho foi realizado com alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola pública da rede estadual de ensino de São Paulo, localizada na região metropolitana da cidade de Sorocaba/SP, e esteve inserido no contexto de manutenção das atividades escolares em tempos de pandemia. Foi dividido em dois momentos, sendo o primeiro, uma oficina para que os alunos pudessem aprender a utilizar os mapas conceituais realizada de forma remota, e o segundo, a aplicação de um conjunto de atividades utilizando os mapas conceituais em sala de aula. Os resultados demonstraram a pertinência da utilização desta ferramenta no processo de ensino-aprendizagem, visto que os mapas elaborados foram capazes de evidenciar a compreensão dos alunos a respeito do conteúdo estudado a partir das relações conceituais expressas neste organizador gráfico. Dentre os temas estudados pelos alunos da segunda série, os conceitos abordados no conteúdo de oxirredução foram aqueles que mais produziram mapas conceituais com relações imprecisas ou incorretas, resultado que evidencia a dificuldade dos alunos com esse tema. As informações possibilitadas pela análise dos mapas são valiosas aos professores em seu fazer docente, na medida em que permitem reelaborar sua prática, escolher melhores estratégias de ensino e momentos para uma intervenção pedagógica mais eficaz, assim como podem ser valiosas aos próprios alunos, no desenvolvimento das habilidades metacognitivas, para que se tornem agentes da construção dos seus próprios saberes.

PALAVRAS-CHAVE: Mapa conceitual. Ensino-aprendizagem. Química

ABSTRACT: The conceptual map, an instrument created by Novak, can be used to obtain valuable information regarding the construction of conceptual knowledge. This work was carried out with second-year high school students from a public school in the state education network of São Paulo, located in the metropolitan region of the city of Sorocaba/SP, and was inserted in the context of maintaining school activities in times of pandemic. It was divided into two moments, the first being a workshop so that students could learn to use concept maps carried out remotely, and the second being the application of a set of activities using concept maps in the classroom. The results demonstrated the pertinence of using this tool in the teaching-learning process, since the maps created were able to show the students' understanding of the content studied based on the conceptual relationships expressed in this graphic organizer. Among the

topics studied by the second-grade students, the concepts addressed in the oxidation-reduction content were those that most produced conceptual maps with inaccurate or incorrect relationships, a result that highlights the students' difficulty with this topic. The information made possible by the analysis of the maps is valuable to teachers in their teaching work, as it allows them to re-elaborate their practice, choose better teaching strategies and moments for a more effective pedagogical intervention, as well as being valuable to the students themselves, in the development of metacognitive skills, so that they become agents in the construction of their own knowledge.

KEYWORDS: Concept map. Teaching-learning. Chemistry.

Introdução

O processo educativo, por estar inserido em um contexto social dinâmico, passa por diversas modificações. No entanto, nem sempre as inovações implementadas são capazes de promover práticas pedagógicas compromissadas com o pleno desenvolvimento dos estudantes. O Currículo Paulista (São Paulo, 2020) destaca que desenvolver e exercitar a autonomia no gerenciamento da própria aprendizagem são duas dentre outras habilidades a serem promovidas no ensino médio, a fim de possibilitar a apropriação das competências necessárias ao pleno crescimento do indivíduo, preparando-o para atuar em uma sociedade fortemente marcada pela mudança e pelo avanço da tecnologia.

Desta forma, torna-se cada vez mais relevante buscar fazer da escola um espaço propício ao desenvolvimento de propostas metodológicas que visem à capacitação dos alunos na construção de seus próprios saberes. Neste cenário, emergem as discussões a respeito de uma mudança no atual paradigma educacional, na qual está inserida um novo perfil do profissional docente.

O novo perfil do docente de hoje, é de não levar mais apenas informações às salas de aula, e sim discuti-las com seus discentes. O seu papel principal é o de mediar e orientar os discentes despertando interesses para que tomem suas próprias decisões (Santos et al., 2017, p.219).

Para isso é fundamental que sejam pensadas práticas educacionais que além de estimular os alunos a aprenderem, sejam capazes de fornecer ao professor informações adequadas a respeito de como está se dando o processo de construção do conhecimento dos seus alunos, para que este possa exercer em plenitude as ações requeridas por este novo paradigma.

Neste contexto, o uso dos mapas conceituais em sala de aula desponta como possibilidade de estratégia a ser adotada pelo professor. De acordo com Souza e Boruchovtz (2010), quando utilizados no processo de ensino-aprendizagem, os mapas conceituais, dentre outras particularidades, possibilitam a promoção de uma pedagogia disposta a respeitar a lógica do educando e a favorecer a sua autonomia, além de valorizar os seus conhecimentos prévios enquanto fundamento para apropriação/ampliação de conceitos.

Os mapas conceituais são organizadores gráficos bidimensionais utilizados na organização e na representação do conhecimento. Correia e Nardi (2019, p. 685) definiram os mapas conceituais como sendo redes de proposições (conceito inicial – termo de ligação – conceito final) que expressam com clareza as relações conceituais. Para Novak (2010, p.22), grande parte dos significados dos conceitos são aprendidos através da composição de proposições nas quais estejam incluídos o conceito a ser adquirido. Sendo, desta maneira, as proposições, unidades fundamentais dos mapas conceituais.

Alguns autores destacam que a principal razão pela qual o mapeamento conceitual passou a ser amplamente utilizado no contexto educacional é o fato desta ferramenta possibilitar a visualização das estruturas de conhecimento do mapeador e a partir disto, permitir analisar sua compreensão conceitual sobre o determinado tema mapeado (Correia & Nardi, 2019; Novak, 2010).

No entanto, Correia *et al.* (2016) apontam que para que seja possível obter sucesso na utilização desta ferramenta e alcançar os benefícios de sua utilização, é fundamental que o mapeador iniciante seja treinado na elaboração de mapas conceituais, visto que para Neto e Correia (2019, p. 128), “a falta de proficiência na técnica de mapeamento conceitual pode prejudicar a clareza e a precisão da representação.” Quanto às múltiplas possibilidades de utilização dos mapas conceituais, Souza e Boruchovitch, afirmam:

O mapa conceitual, instrumento facilitador na aprendizagem significativa, é um recurso utilizável de variadas formas no contexto escolar: estratégia de ensino/aprendizagem; organizador curricular, disciplinar ou temático; instrumento avaliativo – e esses são apenas alguns exemplos (Souza & Boruchovitch, 2010, p. 205).

Quando utilizados no processo de ensino-aprendizagem, os mapas conceituais podem oferecer benefícios a professores e alunos e as suas múltiplas relações, estes vão desde a promoção de práticas de ensino comprometidas com a aprendizagem do aluno (professor), perpassando o preparo de trabalhos coletivos e colaborativos, onde são necessárias desde a negociação de compreensões e significados (relação professor/aluno, aluno/aluno) até a promoção da autonomia na aprendizagem (aluno).

Assim, este trabalho tem como objetivo: fazer uma análise das possíveis contribuições da utilização dos mapas conceituais no processo de ensino-aprendizagem de química a partir de um estudo de caso realizado com alunos do segundo ano do ensino médio. Para isso, foram utilizados os mapas elaborados pelos próprios alunos para discutir as principais características observadas quanto ao conhecimento conceitual expresso nos mapas.

Os Mapas Conceituais e a Aprendizagem Significativa

Os mapas conceituais foram criados por Novak em 1972 nos Estados Unidos e estão fundamentados na teoria da aprendizagem significativa (TAS) de Ausubel. Para Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo em que a assimilação de novos conhecimentos se relaciona com um aspecto relevante de conhecimentos já existentes na memória de longo prazo do indivíduo (Novak, 2010).

As bases teóricas da TAS foram lançadas por Ausubel por meio da publicação da obra *The psychology of meaningful verbal learning* (1963) e do livro *Educational psychology: a cognitive view* (1968). No ano 2000, o autor publicou a obra *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*, obra em que reitera e confirma a atualidade da teoria originalmente apresentada, esta última, foi traduzida e publicada pela Plátano Editora de Lisboa, no ano de 2003, sob o título “Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva”.

Para Ausubel (2003), a interação entre novos conhecimentos e ideias relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados lógicos e verdadeiros, sendo o significado adquirido neste processo por cada aprendiz, significados únicos.

O núcleo firme dessa perspectiva é a interação cognitiva não-arbitrária e não-literal entre o novo conhecimento, potencialmente significativo, e algum conhecimento prévio, especificamente relevante, o chamado subsunçor, existente na estrutura cognitiva do aprendiz. (Moreira, 2007, p.1)

Neste contexto, compreende-se por não arbitrariedade a possibilidade e a intencionalidade da interação entre o material potencialmente significativo e a estrutura cognitiva do aprendiz, e não literalidade a capacidade de conferir significado a esta interação, ou seja, a capacidade de aplicar em novas situações o conhecimento modificado.

A teoria ausubeliana encontra-se em um campo de estudo da psicologia educacional que compreende o processo de aprendizagem como um processo de mudança do conhecimento, contrapondo-se a outras teorias vigentes até a década de 50 que compreendiam a aprendizagem como um processo de mudança de comportamento, além de atribuir aos processos mentais a capacidade de promover esse desenvolvimento, sendo desta forma classificada como uma teoria cognitivista. No cognitivismo a ênfase está na cognição, em como o indivíduo conhece.

Para Ausubel (2003), dois aspectos, de maneira geral, destacam-se como elementos fundamentais à aprendizagem significativa: o primeiro deles é a potencialidade significativa dos materiais educacionais, do qual dependem dois fatores, a estrutura cognitiva do aprendiz e a qualidade dos materiais utilizados no processo de aprendizagem; além da predisposição do aprendiz em conferir significado psicológico ao conhecimento estudado. Quanto ao significado do termo “estrutura cognitiva”, não se trata de um conceito de fácil definição, possuindo, desta maneira, diversos significados, conforme destacado por Moreira

Estrutura cognitiva é um construto (um conceito para o qual não há um referente concreto) usado por diferentes autores, com diferentes significados, com o qual se pode trabalhar em níveis distintos, ou seja, referido a uma área específica de conhecimentos ou a um campo conceitual, um complexo mais amplo de conhecimentos (Moreira 2010, p. 5).

Porém, “[...] no âmbito da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, a estrutura cognitiva é um conjunto hierárquico de subsunçores dinamicamente interrelacionados” (Moreira, 2010, p. 5). Sendo os subsunçores, conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz capaz de conferir significado a novos conhecimentos a partir de um processo interacional.

Para Moreira (2010), é importante compreender os subsunçores para além da concepção comparativa com as ideias âncoras, visto que o processo de aprendizagem significativa é dinâmico, interativo e nele os subsunçores também se modificam. Segundo Ausubel (2003, p.xiv), “[...] Novak fez uma tentativa sem precedentes para descobrir uma organização individual da própria estrutura cognitiva através da utilização da sua (de Novak) técnica original de ‘mapeamento cognitivo’.”

Os mapas conceituais são organizadores gráficos que expressam relações entre conceitos. Para isso, os conceitos são dispostos em caixas que são interligadas por linhas, nas quais são adicionados termos de ligação que explicitem com a maior clareza possível a relação entre os conceitos interligados. Um outro elemento que caracteriza a elaboração deste organizador é o estabelecimento de uma questão focal. De acordo com Cañas e Novak (2006), todo mapa conceitual responde uma questão focal e uma boa questão focal pode levar à elaboração de um mapa conceitual muito mais rico.

Estes elementos que compõe o mapa conceitual fazem com que ele seja uma representação escrita da rede relações conceituais do seu mapeador. Segundo Correia et al. (2020), conseguir ver o que os alunos sabem, pelas redes mapeadas, permite ao professor oferecer devolutivas precisas e constantes durante o processo de ensino-aprendizagem.

Procedimentos Metodológicos

Para fins de planejamento e organização didática, este trabalho foi estruturado em dois grandes momentos, sendo o primeiro chamado de oficina – aprendendo a mapear, nela foram elaboradas atividades para que os alunos pudessem aprender os fundamentos da técnica de mapeamento conceitual e assim dar início ao processo de familiarização com a utilização desta ferramenta. No segundo momento, os mapas conceituais foram utilizados como uma estratégia de diversificação das atividades pedagógicas a fim de contribuir com o processo de ensino-aprendizagem na disciplina de química.

As atividades foram desenvolvidas em parceria com uma escola da rede estadual de ensino do estado de São Paulo, localizada na região metropolitana de Sorocaba. Participaram das atividades alunos da segunda série do ensino médio na disciplina de química. Os procedimentos relativos ao desenvolvimento das atividades foram submetidos ao comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, obtendo aprovação para realização em 07 de outubro de 2021, sendo o número do Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE): 50439321.0.0000.5504.

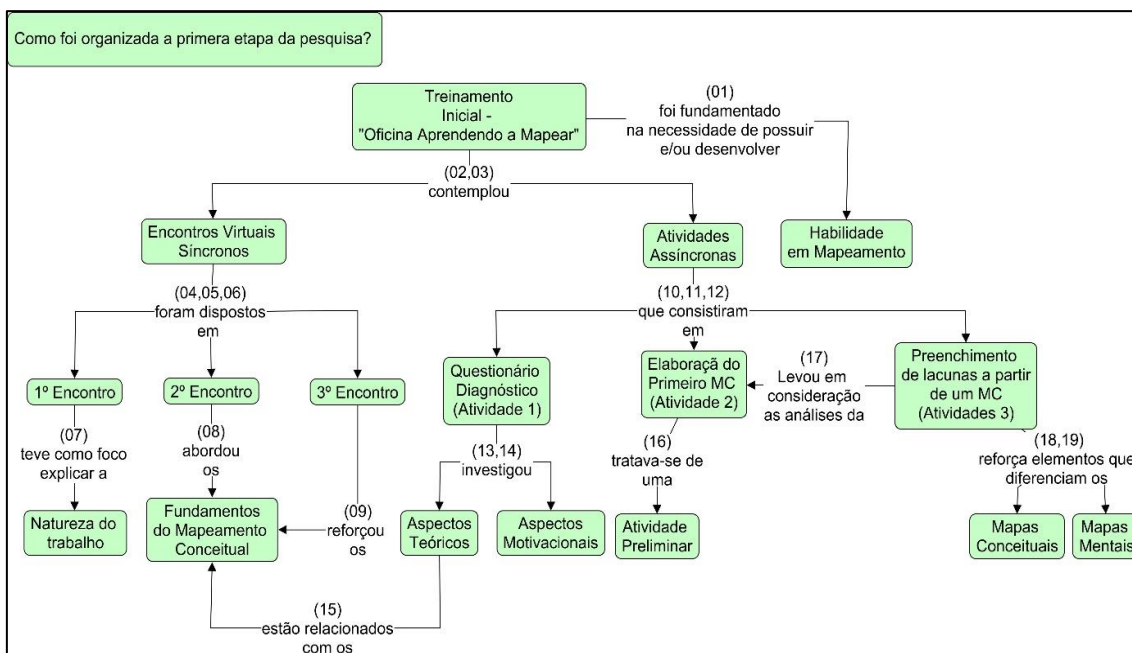
Devido à pandemia causada pela Covid-19, as atividades escolares passaram por adaptações. A primeira etapa da pesquisa foi realizada no contexto do ensino remoto emergencial, seguida do plano de retomada das atividades presenciais onde foi adotado o rodízio semanal de alunos limitado a 50% da lotação das salas de aula.

Para a oficina, foram realizados encontros síncronos em ambiente virtual e atividades assíncronas utilizando formulários digitais e software de *webchats* como o *WhatsApp*. No segundo momento da pesquisa, devido ao rodízio de alunos, as mesmas atividades foram abordadas por duas semanas seguidas a fim de viabilizar a maior participação possível dos alunos.

No contexto das atividades da oficina, foram realizados três encontros síncronos e três atividades assíncronas. Nos encontros síncronos, foram abordados os fundamentos do mapeamento conceitual. Em preparação ao segundo e terceiro encontro realizado sincronamente, foram utilizados recursos pedagógicos em preparação aos encontros, que consistiam em vídeos que abordavam de maneira geral o tema que seria estudado na oficina.

Foram elaboradas três atividades a serem realizadas de forma assíncrona, sendo elas: questionário diagnóstico, elaboração de mapa conceitual com tema livre, exercício de preenchimento de lacunas a partir da estrutura de um mapa conceitual pré-estabelecido. A Figura 1 apresenta um mapa conceitual que resume como foi estruturado o planejamento de atividades a serem realizadas na primeira etapa da pesquisa.

Figura 1: Mapa conceitual que apresenta como foi estruturada a primeira etapa da pesquisa.



Fonte: Elaborada pelos Autores.

Com base na análise das atividades da primeira etapa da pesquisa, observou-se a necessidade de uma abordagem progressiva dos fundamentos da técnica do mapeamento conceitual, devido à dificuldade dos alunos com a elaboração dos mapas. Compreende-se por abordagem progressiva um aumento gradual na complexidade das tarefas a serem realizadas, sendo a quarta atividade razoavelmente mais simples do que as demais e assim progressivamente. Para tal, foram utilizados os temas, os textos e as sugestões de vídeos indicados nos cadernos Currículo em Ação (São Paulo, 2021), relativos ao terceiro bimestre.

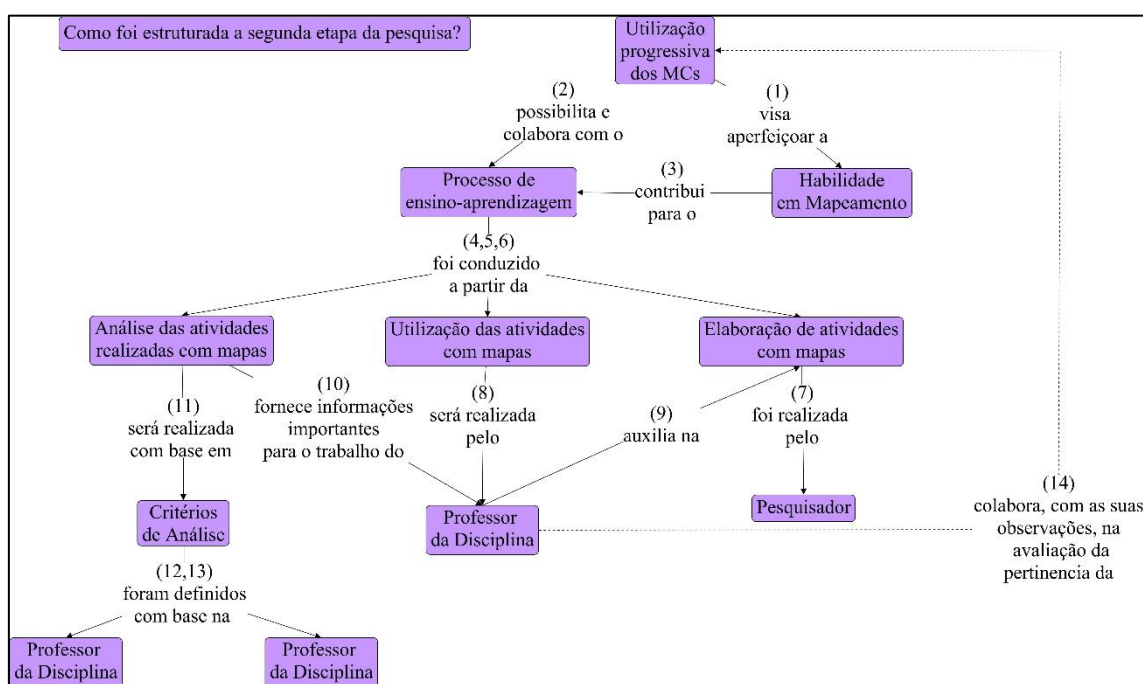
Assim, a segunda etapa foi composta de três atividades. Cada uma delas fundamentada na necessidade em aperfeiçoar a utilização dos mapas conceituais, sob a perspectiva de que estas pudessem colaborar com o processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos estudados na disciplina durante o bimestre. Desta maneira, a quarta atividade tratava-se do preenchimento de uma tabela com três colunas. Para o preenchimento da primeira e da terceira coluna os alunos deveriam identificar os conceitos e elencá-los a partir do texto base. A coluna do meio deveria ser preenchida por uma expressão que descrevesse corretamente a relação entre o conceito escrito na primeira coluna e o conceito escrito na terceira coluna, formando as proposições, unidades fundamentais dos mapas conceituais. A título de exemplificação, alguns conceitos ou termos de ligação, já estavam elencados, cabendo aos alunos identificarem no texto a relação entre estes conceitos ou ainda, em alguns casos, a identificação dos conceitos. Ao final, de posse desta tabela preenchida, os alunos expressariam todas as proposições escritas sob o formato de um mapa conceitual.

Para a realização das atividades subsequentes (quinta e sexta atividades), os alunos deveriam determinar uma questão focal para o mapa elaborado. Posteriormente, identificar os conceitos no texto base e, em seguida, dispor os conceitos na estrutura do mapa conceitual já disponibilizada. Esta atividade reproduz a estratégia do mapa conceitual semiestruturado (MCSE) descrito na literatura (Aguiar & Correia, 2013). A única alteração realizada na atividade em relação à atividade original, foi a ausência de um conceito raiz, ou seja, sem fixar um conceito principal como ponto de partida para a elaboração da rede proposicional.

Depois da realização das atividades, os mapas conceituais elaborados pelos alunos foram analisados e categorizados a fim de facilitar a discussão a respeito das possibilidades de contribuição ao processo de ensino-aprendizagem. Em linhas gerais, os requisitos utilizados para a análise e a categorização das atividades foram: identificação de conceitos relevantes nos textos, vídeos e nas aulas realizadas; formação de proposição com termo de ligação que expressem com clareza e correção as relações conceituais estabelecidas e a determinação de uma questão focal adequada ao mapa conceitual elaborado.

A seleção destes requisitos para a análise das atividades se deu em acordo com as perspectivas teóricas que subjazem a utilização dos mapas conceituais, são elas a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (Ausubel, 2003) e a Teoria Educacional de Novak (Novak, 2010). Cañas e Novak (2006, p.2) destacam que “os conceitos e as proposições são os blocos de construção essenciais ao conhecimento”. A Figura 2 apresenta um mapa conceitual que resume como foi estruturado o planejamento de atividades a serem realizadas no segundo momento da pesquisa.

Figura 2: Mapa conceitual que apresenta como foi estruturada a segunda etapa da pesquisa.



Fonte: Elaborada pelos Autores.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos nas atividades desenvolvidas no primeiro momento da pesquisa permitiram analisar os aspectos relativos às habilidades iniciais dos alunos a respeito do mapeamento conceitual, além dos aspectos motivacionais quanto à utilização desta ferramenta. O treinamento dos alunos na técnica de mapeamento conceitual é uma etapa importante para que a implementação dos mapas na prática pedagógica possa ser capaz de produzir os benefícios esperados (Aguiar & Correia, 2013).

As atividades da oficina foram realizadas integralmente de maneira remota, visto que ocorreram durante o período em que as escolas passaram a adotar o ensino remoto emergencial (ERE), em decorrência do agravamento da pandemia provocada pela COVID-19. Desta maneira, foram realizados os três encontros síncronos a partir da utilização de programa de videoconferência.

De maneira geral, muito embora os alunos tivessem declarado já saberem o que eram os mapas conceituais e que já tinham feito uso desta ferramenta em outros momentos de sua vida escolar, os primeiros registros das atividades indicaram haver dificuldade na elaboração deste organizador gráfico. As respostas obtidas pelo questionário inicial, tarefa realizada no primeiro encontro síncrono, demonstraram que os alunos, na verdade, confundiam o mapa conceitual com o mapa mental, outro tipo de organizador gráfico.

Esta é uma associação muito comum, visto que as ferramentas apresentam estruturas muito similares. No entanto, os mapas mentais são de elaboração livre e construídos a partir da associação entre palavras e/ou símbolos sem que haja a necessidade da relação explícita de significado entre os conceitos expressos nos mapas, como os mapas conceituais. Ou seja, o mapa mental não é construído de proposições, diferentemente dos mapas conceituais.

Segundo Carvalho (2006), o mapa mental é uma ferramenta que segue o mesmo princípio da associação de ideias: uma vez identificada a ideia central, depreende-se dela por associação para todas as ideias relacionadas, mostrando suas diferentes dimensões ou aspectos de um mesmo tema. No caso dos mapas conceituais, de acordo com Correia *et al.* (2016), a inclusão de um termo de ligação é o principal diferencial dos mapas conceituais. Isso permite explicar com precisão a relação entre os conceitos.

As respostas da atividade inicial também foram capazes de evidenciar que havia entre os alunos uma ideia majoritária de que a utilização dos mapas conceituais seria importante pois poderia ajudá-los a aprender, a partir da memorização dos conceitos mais importantes inseridos nos mapas. Ou seja, para os alunos, os mapas deveriam ser utilizados para memorização dos conceitos mais importantes abordados nos textos ou nas aulas.

Esta relação entre memorização e aprendizagem ainda é comumente reforçada pelas ações educativas do atual modelo escolar. Moreira (2007), ao discutir a respeito do papel exercido pela escola na formação do aluno, sinaliza que a lógica de reprodução de respostas corretas, reforçada nas práticas escolares, colabora com esta associação entre aprendizagem e memorização, e diz ainda “[...] na verdade, o ser que aprende é um perceptor, ou seja, um sujeito que percebe e representa o que lhe está sendo ensinado”. Sendo assim, torna-se emergente a necessidade da utilização de ferramentas que possibilite aos alunos perceberem a aprendizagem como um processo para além da memorização.

Os equívocos evidenciados sugerem que em algum contexto de aprendizagem anterior, os mapas conceituais já haviam sido apresentados aos alunos e possivelmente os fundamentos que justificam a sua utilização foram negligenciados. Correia *et al.* (2010, p. 2) apontam que “[...] a utilização ingênua dos MCs pode produzir poucos (ou nenhum) dos benefícios esperados, restringindo sua inserção na sala de aula a experiências fugazes e lúdicas”. Desta maneira, é fundamental fazer com que a utilização dos mapas conceituais em sala de aula supere a fugacidade de uma abordagem insipiente, conferindo propósito e significado às ações tomadas no percurso formativo do aluno.

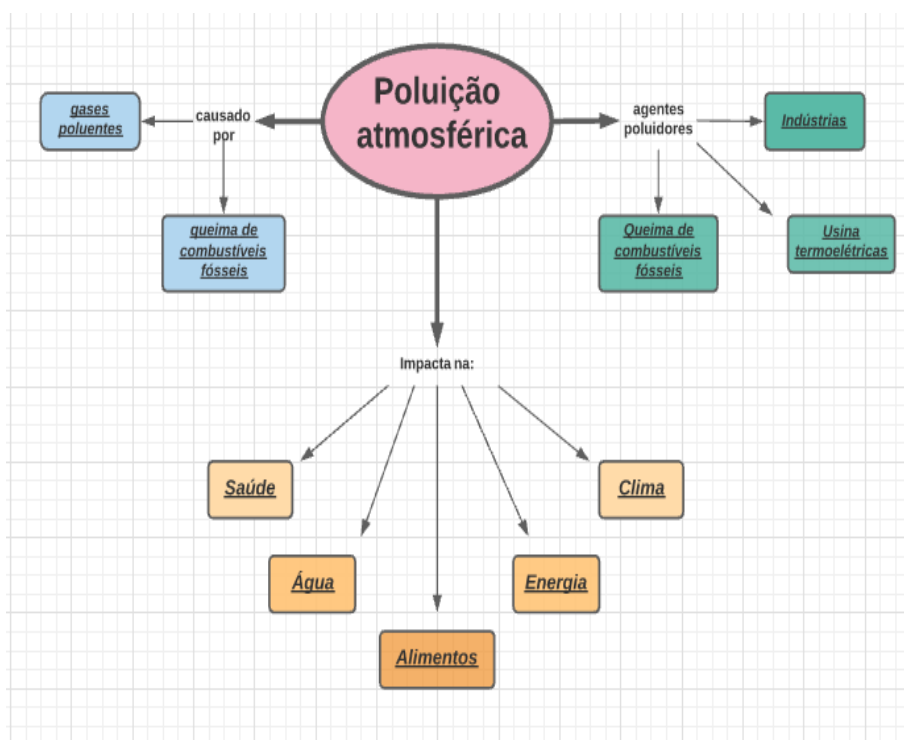
A respeito dos aspectos motivacionais, elemento que é fundamental à aprendizagem significativa, 73% dos alunos que responderam ao questionário diagnóstico declararam estarem motivados em aprender a utilizar os mapas conceituais. As justificativas dadas para essa motivação foram atribuídas ao fato de acreditarem que os mapas conceituais pudessem ajudá-los a aprender. Quanto aos 27% que declararam não estarem motivados, muitos não justificaram as razões da ausência de motivação, no entanto, uma resposta em especial, chamou atenção por justificar essa falta de motivação como decorrente dos efeitos da pandemia em sua vida. Como pode-se observar na resposta dada pelo aluno A: “Então, eu não estou motivado pra nada nessa pandemia, logo eu não me sinto motivado a usar um mapa conceitual” (Aluno A).

No contexto desta oficina, a fim de reforçar a necessidade em expressar por meio das proposições as relações conceituais, sendo essa uma característica essencial do mapeamento conceitual, e a

partir delas evidenciar as diferenças dos mapas para com outros organizadores gráficos, foram realizadas as atividades II e III. Tanto na elaboração do mapa conceitual de tema livre, proposta na atividade II, quanto na atividade de preenchimento de lacunas, proposta na atividade III, o desempenho dos alunos pode ser considerado satisfatório.

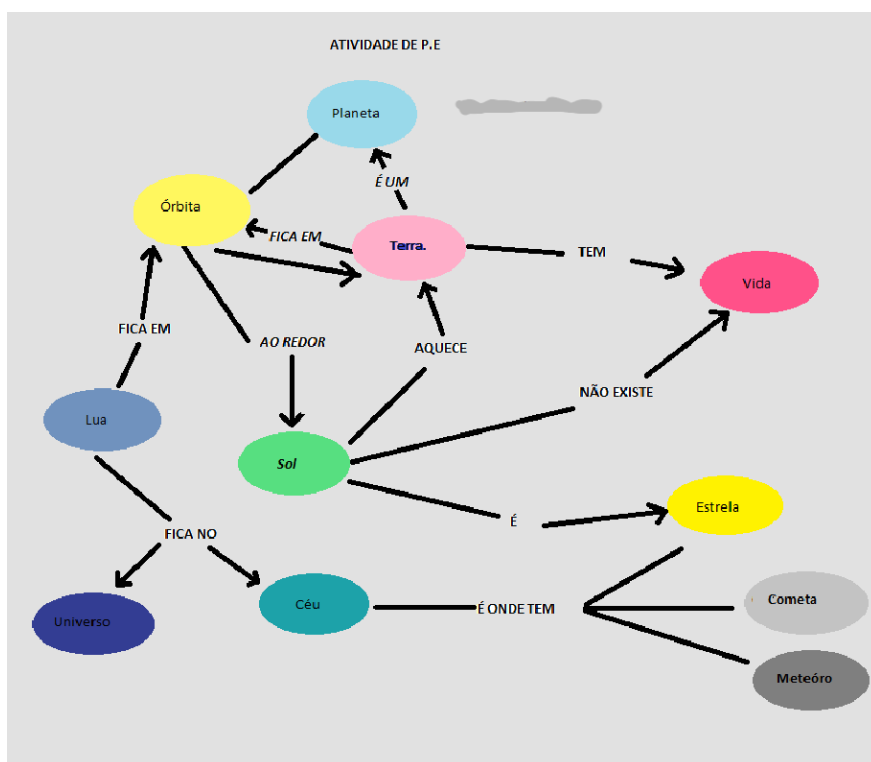
A maioria dos mapas produzidos levaram em consideração os elementos da técnica em mapeamento conceitual estudados nos encontros, por exemplo, a formação de proposições claras e adequadas ao assunto mapeado, a partir da seleção dos conceitos e dos termos de ligação que melhor expressassem as relações conceituais. Cabe destacar que, mesmo apresentando resultados promissores, alguns mapas elaborados pelos alunos ainda evidenciaram as dificuldades com essa forma de expressar o conhecimento. As Figuras 3 e 4 são exemplos da atividade II elaborada pelos alunos A e B respectivamente.

Figura 3: Atividade II elaborada pelo aluno A



Fonte: Elaborada pelos Autores.

Figura 4: Atividade II elaborada pelo aluno B



Fonte: Elaborada pelos Autores.

No segundo momento da pesquisa, também foram realizadas três atividades com mapas conceituais. Estas atividades abordavam os conteúdos que deveriam ser estudados no terceiro bimestre na disciplina de química, de acordo com caderno do professor do Currículo em Ação (São Paulo, 2021).

Para análise e categorização dos mapas conceituais produzidos, foram definidos critérios que possibilitassem identificar indícios da pertinência ou não da utilização deles como estratégia no processo de ensino-aprendizagem no contexto da disciplina de química do ensino médio. Muito embora a literatura já destaque as potencialidades da utilização dos mapas conceituais tanto no processo de ensino-aprendizagem, quanto no processo avaliativo (Novak, 2010; Moreira, 2013; Souza & Boruchovitch, 2010), torna-se relevante tais pesquisas que investiguem a utilização dos mapas conceituais em diferentes realidades de sala de aula.

Os critérios definidos para a análise foram arbitrados com base nas estratégias de concepção das atividades e nos objetivos a serem atingidos pelas tarefas elaboradas. Eles possuíam duas naturezas: a primeira delas relacionada com o devido cumprimento das exigências da atividade, o que permitiu a categorização das atividades em dois grupos (G1 e G2). O grupo 1 é composto pelas atividades dos alunos que cumpriram todas as etapas exigidas e o grupo 2 por aquelas atividades que deixaram de cumprir alguma das etapas.

No caso da atividade IV, por exemplo, os alunos deveriam determinar uma questão focal para a tarefa, preencher os campos correspondentes aos conceitos e termos de ligação na tabela disponibilizada e, por fim, a partir da tabela preenchida, desenhar um mapa conceitual utilizando os conceitos e termos de ligação já descritos na tabela. Assim, os critérios arbitrados para análise inicial dos mapas da atividade IV trataram exatamente de identificar se estas etapas foram cumpridas, o que permitiu uma triagem das atividades elaboradas.

Ou seja, para uma primeira categorização, no caso da atividade IV, foram verificados objetivamente as seguintes questões:

1. Foi determinada uma questão focal para tabela e para o mapa?
2. As lacunas deixadas em branco na tabela, a serem preenchidas por conceitos ou termos de ligação, foram preenchidas?
3. Os alunos transpuseram a tabela preenchida para o formato de mapa conceitual?

Conforme explicitado anteriormente, nenhum destes aspectos inicialmente verificados diziam respeito ao conteúdo mapeado, mas contribuíam para a identificação de elementos que nos permitissem avaliar se os fundamentos do mapeamento conceitual estavam sendo compreendidos e praticados pelos alunos. Estes critérios de triagem permitiram também identificar em qual dos fundamentos do mapeamento conceitual abordados nas atividades os alunos tiveram maior dificuldade de compreensão possibilitando assim que fossem também realizadas correções pontuais na técnica em mapeamento. Assim, como para a atividade IV, as demais atividades também passaram pelo mesmo processo de análise e categorização inicial com o objetivo de verificar o desempenho dos alunos quanto à aplicação dos fundamentos do mapeamento conceitual.

Posteriormente, as atividades passaram por uma análise quanto à adequação ao conteúdo estudado, o que permitiu classificá-las em satisfatória (S), parcialmente satisfatórias (PS) ou insatisfatórias (I). Esta segunda análise diz respeito especificamente às dificuldades dos alunos quando ao mapeamento dos conteúdos estudados. É importante ressaltar que não é o objetivo deste estudo avaliar a aprendizagem dos alunos a partir dos mapas conceituais, ou seja, a categorização não visa apontar progressão nos números de mapas satisfatórios (S), parcialmente satisfatórios (PS), ou insatisfatórios (I) como um indício de aprendizagem. Esta categorização das atividades visa ajudar nas discussões a respeito das possibilidades de utilização do mapeamento conceitual no processo de ensino-aprendizagem.

Na Atividade IV foi utilizada a tabela de apoio a elaboração de mapas e nas Atividades V e VI optou-se pela utilização do mapa conceitual semiestruturado (MCSE). A tabela de apoio a elaboração de mapas, auxiliou os alunos na construção de proposições mais adequadas. Já os MCSE, estimularam identificação dos conceitos mais relevantes e a sintetização das relações entre estes conceitos. A Tabela 1 apresenta os resultados da análise e classificação dos mapas conceituais elaborados pelos alunos da segunda série do ensino médio nas três atividades realizadas.

Tabela 1: Resultado da análise e classificação das atividades elaboradas pelos alunos da segunda série do ensino médio.

	Atividade IV			Atividade V			Atividade VI		
	Grupo 1	Grupo 2	Total	Grupo 1	Grupo 2	Total	Grupo 1	Grupo 2	Total
S	6	1	7	4	0	4	6	1	7
P	8	3	11	11	4	15	8	4	12
I	1	1	2	0	1	1	0	1	1
Total	15	5	20	15	5	20	14	6	20

Fonte: Elaborada pelos Autores.

Os dados apresentados na tabela 1 demonstram que, em todos os casos, o número de alunos que conseguiu realizar todas as etapas da tarefa é superior ao número de alunos que não terminaram todas as etapas. Este resultado sugere um melhor entendimento dos fundamentos do mapeamento conceitual e uma maior habilidade com a técnica.

A divisão dos mapas elaborados pelos alunos em dois grupos permitiu identificar qual fundamento da técnica em mapeamento conceitual causava maior dificuldade. Desta maneira, foi observado que dentre os elementos propostos nas tarefas, a determinação de uma questão

focal para o mapa conceitual foi a etapa que mais trouxe dificuldade para aqueles alunos que tiveram seus mapas categorizados no G2.

Novak e Cañas (2010) destacam que todo mapa conceitual responde a uma questão focal e uma boa questão focal pode conduzir a um mapa conceitual muito mais rico. A questão focal neste caso exerce um papel importante de definir o contexto para o mapa elaborado pelo aluno, sendo desta maneira uma habilidade importante a ser desenvolvida.

Para a quarta atividade, foi proposto um texto intitulado: “pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental” para auxiliar na realização da tarefa. Desta maneira os conceitos mapeados pelos alunos, deveriam expressar seu entendimento a respeito do funcionamento das pilhas e baterias, tema estudado em sala de aula. No caso da quinta atividade, foi abordado o tema oxirredução e, da mesma maneira, foi disponibilizado um texto para auxiliar na elaboração do mapa conceitual solicitado. Com relação a sexta atividade, o tema norteador da elaboração do mapa conceitual foi o processo de galvanoplastia.

Quando analisadas as três atividades da segunda série do ensino médio quanto a adequação ao conteúdo estudado, é possível observar que o número de tarefas classificadas como PS é maior em todas as atividades. As principais características destas atividades são: o encadeamento linearizado de proposições e a presença de relações imprecisas e/ou ingênuas, tais características podem expressar momentos iniciais de aprendizagem.

Alguns autores destacam que a estrutura da rede proposicional elaborada pelo mapeador guardam estreita relação com o seu nível de proficiência em fazer mapas além de indicarem o nível de compreensão deste a respeito do conteúdo mapeado (Correia & Aguiar, 2017). Ou seja, alunos que não possuam dificuldade ou possuam pouca dificuldade em fazer mapas e compreenderam bem o tema estudado tendem a conseguir estabelecer múltiplas relações conceituais claras e corretas a respeito do tema mapeado, produzindo mapas conceituais com estruturas que se assemelham a uma “rede”. De acordo com Correia e Aguiar (2017), o estabelecimento de relações conceituais “linearizadas”, ou seja, o encadeamento sequencial de conceitos, tendem a compor mapas conceituais produzidos por mapeadores iniciantes no tema.

Desta maneira, é possível apontar as possibilidades de estratégias que emergem a partir do uso deste organizador gráfico. Diante do cenário apontado, em que o número de mapas conceituais PS é majoritário, o professor poderá escolher a melhor opção para uma intervenção pedagógica mais eficaz. No caso, os alunos indicam saber selecionar os principais conceitos abordados e na formação das proposições e demonstram que conseguem estabelecer as primeiras relações conceituais, permitindo que a partir destas primeiras estruturas de conhecimento possam ser construídas novas relações.

Os mapas conceituais PS são um bom indício de que a estratégia de ensino adotada e o percurso de aprendizagem do aluno estão sendo bem trilhados, no entanto, demonstram também o caráter processual do processo de ensino-aprendizagem, visto que, apenas uma atividade ou uma estratégia de ensino utilizada não garantem a plena compreensão do conteúdo estudado. É fundamental que cada etapa do percurso de aprendizagem dos alunos seja valorizada e diante das necessidades apontadas, o professor tome decisões pedagógicas que deem o suporte a um percurso de aprendizagem que seja significativa.

Nas atividades classificadas como satisfatórias, obtidas em menor número do que as parcialmente satisfatórias, foi possível identificar uma maior clareza semântica nas proposições formadas e a elaboração de relações conceituais adequadas quanto ao conteúdo estudado. Estas atividades sugerem maior domínio do conteúdo estudado e uma maior habilidade em fazer mapas conceituais. As Figuras 5 e 6 apresentam as atividades elaboradas pelos alunos C e D, respectivamente.

Figura 5: Atividade IV do aluno C, classificada como satisfatória.

Leia o texto e complete a tabela abaixo:

"Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental"

"Nesta última década assistiu-se a uma proliferação enorme de aparelhos eletroeletrônicos portáteis, tais como: brinquedos, jogos, relógios, lanternas, ferramentas elétricas, agendas eletrônicas, "walk-talks", barbeadores, câmeras fotográficas, filmadoras, telefones celulares, computadores, aparelhos de som, instrumentos de medição e aferição, equipamentos médicos etc. Ao mesmo tempo, aumentou muito a demanda por pilhas e baterias cada vez menores, mais leves e de melhor desempenho. Consequentemente, existe atualmente no mercado uma grande variedade de pilhas e baterias a fim de atender às inúmeras exigências. A compreensão dos princípios de funcionamento dessa grande variedade de pilhas e baterias é uma tarefa árdua e requer, muitas vezes, um conhecimento profundo e multidisciplinar, já que vários destes sistemas eletroquímicos empregam tecnologia avançada. Apesar disso, pretende-se abordar primeiramente aqui, da forma mais simplificada possível, o funcionamento das pilhas e baterias que mais frequentemente aparecem no nosso dia a dia. Por outro lado, dado que algumas das pilhas e baterias disponíveis no mercado usam materiais tóxicos, muitos países, inclusive o Brasil, têm se preocupado com os riscos à saúde humana e ao meio ambiente que estes sistemas eletroquímicos apresentam. Neste sentido, o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA publicou no Diário Oficial da União de 22 de julho de 1999 a Resolução n° 257, disciplinando o descarte e o gerenciamento ambientalmente adequado de pilhas e baterias usadas, no que tange à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final.

Nomenclatura e classificação dos sistemas eletroquímicos

Há um certa confusão na terminologia usada para se referir aos sistemas eletroquímicos. Em princípio, o termo pilha deveria ser empregado para se referir a um dispositivo constituído unicamente de dois eletrodos e um eletrólito, arranjados de maneira a produzir energia elétrica. O eletrólito pode ser líquido, sólido ou pastoso, mas deve ser, sempre, um condutor iônico. Quando os eletrodos são conectados a um aparelho elétrico uma corrente flui pelo circuito, pois o material de um dos eletrodos oxida-se espontaneamente liberando elétrons (ânodo ou eletrodo negativo), enquanto o material do outro eletrodo reduz-se usando esses elétrons (cátodo ou eletrodo positivo). O termo bateria deveria ser usado para se referir a um conjunto de pilhas agrupadas em série ou paralelo, dependendo da exigência por maior potencial ou corrente, respectivamente. Entretanto, no dia a dia, os termos pilha e bateria têm sido usados indistintamente para descrever sistemas eletroquímicos fechados que armazenam energia. O termo acumulador elétrico também aparece muitas vezes, mas é empregado, quase sempre, como sinônimo de bateria. A convenção mais usada para representar um sistema eletroquímico é aquela de escrever o ânodo do lado esquerdo e o cátodo do lado direito. Assim, quando se escreve bateria sódio/enxofre significa que o sódio e o enxofre são os reagentes ativos no ânodo e cátodo, respectivamente."

Referência: Texto adaptado de "Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental" https://www.researchgate.net/publication/337149548_pilhas_e_baterias_funcionamento_e_impacto_ambiental

Identifique conceitos relevantes do texto e preencha a tabela conforme solicitado

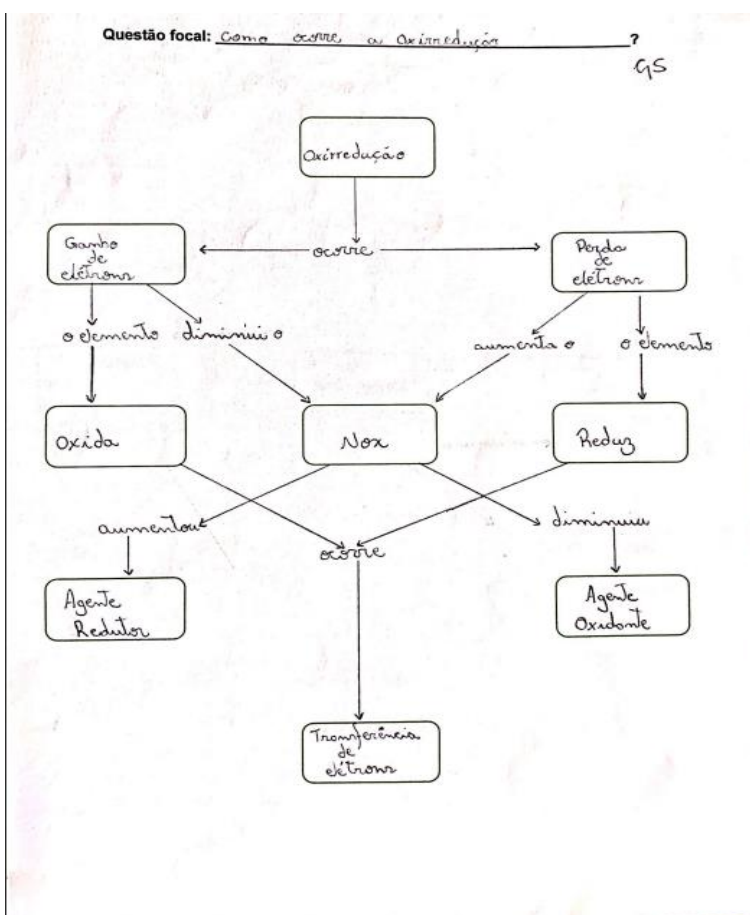
QUESTÃO FOCAL: Como funciona a pilha?

CONCEITO	TERMO DE LIGAÇÃO	CONCEITO
SISTEMAS ELETROQUÍMICOS	Empregam	TECNOLOGIA AVANÇADA
PILHAS	constituída de 2	ELETRODOS
ELETROLITO	Deve possuir um	ELETROLITO
ÂNODO	Quando libera elétrons	CONDUTOR IÔNICO
CÁTODO	Usa os elétrons do ânodo e	OXIDA-SE
		REDUZ-SE

Agora expresse as relações estabelecidas sob forma de um mapa conceitual

Fonte: Elaborada pelos Autores.

Figura 6: Atividade V do aluno D, classificada como satisfatória.



Fonte: Elaborada pelos Autores.

Nas Figuras 5 e 6, exemplos de atividades classificadas como satisfatórias, os autores dos mapas demonstram conseguir identificar e selecionar os conceitos mais relevantes abordados nos textos e aulas (pilha, eletrodos, sistemas eletroquímicos, NOX, oxirredução, ganho de elétrons), além de escolher adequadamente os termos de ligação para a formação de proposições, por exemplo nas proposições, “pilha – deve possuir – eletrólito” ou “oxirredução – ocorre – perda/ganho de elétrons”.

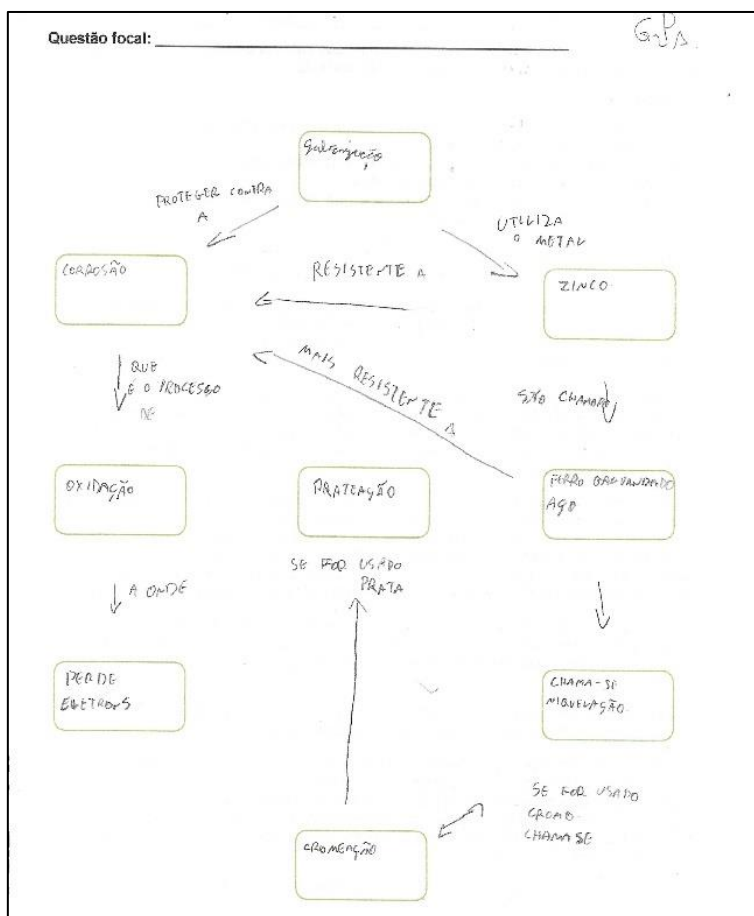
Os resultados também indicam que o tema oxirredução, abordado na atividade V, foi o assunto que mais gerou mapas conceituais PS, tal configuração sugere a necessidade de revisar o tema e possibilitar as reconstruções conceituais necessárias a compreensão do conteúdo estudado. Uma das possibilidades de prática pedagógica promissora neste caso é incentivar os alunos a revisarem os mapas conceituais inicialmente elaborados inserindo novos elementos estudados, buscando aperfeiçoá-los. As revisões contínuas, segundo Aguiar e Correia (2013, p.149), rompem com o paradigma da resposta única e certa, frequentemente utilizado e oportunizam a utilização dos erros como forma de guiar as próximas etapas de aprendizagem.

Estas atividades revelam a pertinência do uso dos mapas conceituais para ensinar e/ou aprender os conceitos estudados, à medida em que evidenciam as compreensões, entendimento e deduções dos alunos a respeito do conteúdo estudado enquanto estão elaborando os mapas, permitindo que no decurso deste processo relações sejam desfeitas e novas relações sejam estabelecidas. De acordo com Souza e Boruchovitch (2010, p.209), “os mapas não são importantes na promoção da aprendizagem significativa por estarem corretos ou errados, mas por estarem constantemente sendo alterados em consonância com as reestruturações processadas na estrutura cognitiva do educando”.

No caso das atividades classificadas como insatisfatórias, em todos os casos, a categorização se deu em razão da não realização da atividade em sua integralidade, impossibilitando a análise da rede proposicional do aluno. Nestes casos, os conceitos foram aleatoriamente selecionados e dispostos no mapa conceitual sem que fosse usado termos de ligação para expressar as relações conceituais estabelecidas entre os conceitos. Tais situações requerem a atenção do professor, visto que primeiramente é fundamental buscar compreender qual a principal dificuldade do aluno, que pode ser apenas com a técnica de mapeamento conceitual e/ou com o conteúdo estudado.

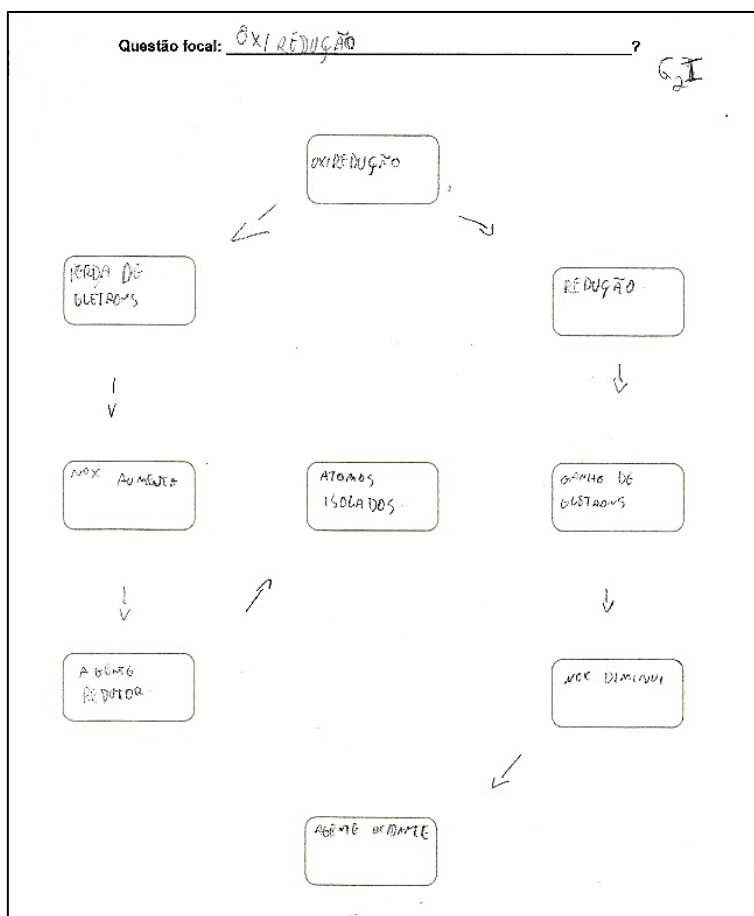
Nas Figuras 7 e 8, são apresentados exemplos de atividade classificadas como parcialmente satisfatória e insatisfatória, respectivamente. Nelas podem ser observadas as proposições elaboradas, as dificuldades e incorreções dos alunos a respeito do conteúdo mapeado. Como destacado anteriormente, tais erros e dificuldades dos alunos na elaboração dos mapas conceituais devem ser compreendidos como indicadores que devem ser usados para ajudar o professor no planejamento das ações de ensino destinadas a superar estas dificuldades e promover os avanços necessários.

Figura 7: Atividade VI do aluno E, classificada como parcialmente satisfatória.



Fonte: Elaborada pelos Autores.

Figura 8: Atividade V do aluno F, classificada como insatisfatória.



Fonte: Elaborada pelos Autores.

Considerações Finais

Os mapas conceituais foram capazes de evidenciar as estruturas de conhecimento dos alunos. As redes proposicionais expressas nestes mapas conceituais revelaram: a capacidade de identificação dos conceitos relevantes; a aptidão em elaborar proposições que relacionassem esses conceitos de maneira clara e correta, além das principais dificuldades e limitações indicadas pelas relações ingênuas, imprecisas e incorretas.

Essas evidências fornecem informações valiosas a respeito da construção do conhecimento conceitual quanto ao conteúdo estudado na disciplina, como no caso da atividade V, onde os conceitos envolvidos no processo de oxirredução foram abordados, os resultados indicam a necessidade em revisar o conteúdo e buscar corrigir as dificuldades observadas nos mapas elaborados, principalmente no caso dos mapas conceituais insatisfatórios e parcialmente satisfatórios. Cabe destacar que, para que a adoção dos mapas conceituais em sala de aula seja capaz de cumprir o objetivo de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, é necessário que seja destinado um tempo para o treinamento dos alunos na técnica em mapeamento conceitual, evitando que a dificuldade em fazer os mapas seja confundida com a dificuldade na compreensão dos conceitos abordados.

Sendo assim, este estudo permitiu demonstrar a pertinência do uso dos mapas conceituais no processo de ensino-aprendizagem de química com os alunos do segundo ano. Sugere que tais atividades podem permitir que tanto professor quanto aluno possam ter consciência das dificuldades com os temas estudados e buscar estratégias para superar os desafios inerentes a

construção do conhecimento, postura que indica um compromisso desses atores com experiências educativas que promovam a reflexão e evidenciem o comprometimento com um processo de ensino-aprendizagem profícuo.

Referências

- Aguiar, Joana G., & Correia, Paulo R. M. (2013). Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(2), 141-157. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4265>
- Ausubel, David P. (2003). *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Cañas, Alberto J., & Novak, Joseph D. (2006). Re-examining the foundations for effective use of concept maps. *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica, 1-9. https://www.researchgate.net/publication/248393795_Re-Examining_the_Foundations_for_Effective_Use_of_Concept_Maps
- Carvalho, Gilson A. (2006). *Mapas Conceituais: Uma análise do uso em programas de pós-graduação stricto sensu*. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana. https://ppgefhc.ufba.br/sites/ppgefhc.ufba.br/files/gilson_amorim_carvalho-_dissertacao_-_mapas_conceituais_uma_analise_do_uso_em_programas_de_pos-graduacao_stricto_sensu.pdf
- Correia, Paulo R. M., Silva, Amanda C., & Romano Júnior. Jerson G. (2010). Mapas Conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 32(4), 01-08. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172010000400009>
- Correia, Paulo R. M., Aguiar, Joana G., Viana, Anderson D., & Cabral, Gisele C. P. (2016). Por que vale a pena usar mapas conceituais no ensino superior? *Revista de Graduação USP*, 1(1), 41-52. <https://doi.org/10.11606/issn.2525-376X.v1i1p41-51>
- Correia, Paulo R. M., & Aguiar, Joana G. (2017). Avaliação da proficiência em mapeamento conceitual a partir da análise estrutural da rede proposicional. *Ciência e Educação*, 25(1), 71-90. <https://doi.org/10.1590/1516-731320170010005>
- Correia, Paulo R. M., & Nardi, Adriano (2019). O que revelam os mapas conceituais dos meus alunos? Avaliando o conhecimento declarativo sobre a evolução do universo. *Ciência e Educação*, 25(3), 685-704. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190030008>
- Correia, Paulo R. M., Ballego, Raíssa S., & Nascimento, Thalita S. (2020). Os professores podem fazer mapas conceituais? Sim, eles devem! *Revista de Graduação USP*, 4(3), 29-39. <https://doi.org/10.11606/issn.2525-376X.v4i1p29-39>
- Moreira, Marco A. (2007). Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica. In: I Encuentro Nacional Sobre Enseñanza de La Matemática. Atas do I Encuentro Nacional sobre Enseñanza de la Matemática. Tandil, Argentina, 1-15. <http://moreira.if.ufrgs.br/visaoclasicavisaocritica.pdf>
- Moreira, Marco A. (2010). O que é afinal aprendizagem significativa? Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 1-27. <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>

Moreira, Marco A. (2013). Aprendizagem significativa em mapas conceituais. *Textos de apoio ao professor de física*. Porto Alegre, 24(6), 1-49. http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24_n6_moreira.pdf

Neto, José F. S., & Correia, Paulo R. M. (2019). Curso online para treinamento e certificação na técnica de mapeamento conceitual. *Caminhos da Educação Matemática em Revista/online*, 9(4), 127-142.

https://aplicacoes.ifs.edu.br/periodicos/index.php/caminhos_da_educacao_matematica/article/view/519

Novak, Joseph D. (2010). Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 6(3), 21-30. <https://www.systemsci.org/jinshanw/wp-content/uploads/sites/2/2016/12/Learning-Creating-and-Using-Knowledge.pdf>

Novak, Joseph D., & Cañas, Alberto J. (2010) A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, 5(1), 9-29. <http://dx.doi.org/10.5212/PraxEduc.v.5i1.009029>

Santos, Regiane S. P., Guelpeleli, Marcus V. C., & Sabino, Geruza F. T. (2017). Mapas conceituais utilizados como instrumento de avaliação e aprendizagem para o ensino de física\conceptual Maps used as an instrument of evaluation and learning of physics. *European Journal of Education Studies*, 3(1), 217- 232. <https://zenodo.org/record/229890#.ZEep-OnbMJD8>

São Paulo (2020). Currículo Paulista etapa ensino médio. EFAPE. <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2020/08/CURR%C3%8DCULO%20PAULISTA%20etapa%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf>

São Paulo (2021). Secretaria da Educação. SP faz Escola – Segunda e Terceira Série, Ensino Médio. Segundo Semestre. https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2021/07/EM_PR_CNT_2%C2%AA-e-3%C2%AA-s%C3%A9ries_2%C2%BA_semestre.pdf Acesso em 20 mar 2021

Souza, Nádia A., & Boruchovitch, Evely (2010). Mapas conceituais: Estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa. *Educação em Revista*, 26(3), 195-218. <https://doi.org/10.1590/S0102-46982010000300010>