

  <https://doi.org/10.56238/aboreducadesenvomundiv1-025>

Fellipe Sartori da Silva

Doutor em energia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), câmpus de Guaratinguetá

RESUMO

Como forma de contraponto ao modelo tradicional de ensino, as metodologias ativas de aprendizagem estão sendo foco de investigação contínua nas últimas décadas. Uma das ferramentas que aborda esse modelo é o mapa conceitual, que é um organizador gráfico com elementos específicos e que visa a expressão de conhecimento. Atividades

com mapas conceituais podem ser usadas (não exclusivamente) para avaliação, com potencial de análise de diversos pontos por parte do professor. Esse texto se propõe a descrever algumas formas de avaliação com mapas conceituais presentes na literatura, destacando seus aspectos e pontos importantes de análise.

Palavras-chave: Mapas conceituais, Avaliação, Aprendizagem significativa, Metodologias ativas.

1 INTRODUÇÃO

O modelo tradicional de ensino, prevalente até pouco tempo atrás, vem sendo questionado nas últimas décadas. As metodologias ativas foram propostas como um contraponto a esse modelo, posicionando o estudante como membro ativo do seu processo de aprendizagem. Nesse contexto, e baseando-se na teoria da dupla codificação e na aprendizagem significativa, os mapas conceituais surgiram como uma poderosa ferramenta de expressão de conhecimento.

Há diversas maneiras de se utilizar os mapas conceituais, e todas elas podem e devem ser exploradas. Nesse texto, serão abordadas algumas aplicações dos mapas conceituais como ferramentas de avaliação, explorando alguns aspectos interessantes na sua elaboração.

O texto está organizado como segue: na seção 2, será detalhada a teoria que fundamenta a utilização de mapas conceituais para melhora do processo de ensino-aprendizagem; na seção 3 o mapa conceitual será definido, descrito e detalhado, bem como algumas técnicas para sua elaboração como ferramenta de avaliação; por fim, a seção 4 conclui as ideias aqui apresentadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 UM BREVE PANORAMA DA UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS

As primeiras universidades, criadas na Europa no começo do século XX, tiveram sua estratégia educacional apoiada majoritariamente no modelo tradicional de ensino, focado exclusivamente na figura do professor (KONOPKA *et al.*, 2015). Esse modelo já vinha sendo utilizado há séculos em outras instituições (LOVATO *et al.*, 2018). O processo de ensino-aprendizagem se dava, portanto, de

maneira unilateral, emanado do professor e absorvido pelo estudante. Muitos autores questionaram esse modelo, tanto devido ao papel do estudante quanto à sua efetividade (MICHEL *et al.*, 2009).

Bonwell e Eison (1991) argumentaram que, mais do que ouvir, o estudante precisa ler, escrever, discutir e se engajar na resolução de problemas. McCarthy e Anderson (2000) destacaram a natureza passiva do modelo tradicional, pontuando que, dentro dele, há apenas um entendimento raso do assunto abordado. Segundo Michel *et al.* (2009), na aprendizagem tradicional passiva, os estudantes apenas recebem informação e a internalizam de alguma forma.

O ambiente passivo do modelo tradicional motivou trabalhos a respeito de novas formas de aprendizagem, centradas no aluno. Práticas que adotam esse fundamento estão dentro das metodologias ativas de aprendizagem.

Prince (2004) concluiu, em seu estudo, que o uso metodologias ativas aumenta a retenção do conteúdo, fato que contradiz uma assunção tradicional de que atividades individuais promovem maiores conquistas. Segundo Berbel (2011), a adoção desse modelo desenvolve características essenciais no estudante para adaptá-lo à crescente complexidade do mundo moderno, como autonomia, curiosidade, persistência, entre outras.

Embora a simples adoção de metodologias ativas não garanta sucesso na aprendizagem (BERBEL, 2011), sua utilização consciente pode estimular, como descrito no parágrafo anterior, tanto maior retenção de conteúdo quanto desenvolvimento de características humanas no estudante.

2.2 O USO DE ORGANIZADORES GRÁFICOS

Organizadores gráficos são representações visuais de estruturas lógicas, que facilitam a interpretação de um conteúdo (VALADARES, 2014). Para isso, essas ferramentas podem utilizar elementos como linhas, flechas, arranjos espaciais, estruturas e conceitos chave (KIM *et al.*, 2004).

Podem ser citados como organizadores gráficos: mapas geográficos, diagramas e fluxogramas com lógica de programação. Na matemática, por exemplo, há grande utilização do diagrama de Venn e representações por meio de gráficos (ESTRELA *et al.*, 2022), enquanto na física, o diagrama de vetores auxilia o entendimento de temas da área da mecânica. Em seu levantamento, Gallavan e Kottler (2007) listaram oito tipos diferentes de organizadores gráficos, que auxiliam no entendimento das seguintes relações: assunção e antecipação, posição e padrão, agrupamento e organização, comparação e contraste, relação e razão, identificação e imaginação, estimativa e avaliação, e combinação e criação. Observa-se, portanto, a quantidade de ramificações possíveis para utilização dessa ferramenta.

Segundo a teoria da dupla codificação (TDC), introduzida por Paivio (1990), pode haver concomitante processamento de signos linguísticos (podendo ser verbais ou escritos) e imagens sem sobrecarga cognitiva. A exposição de um indivíduo a esses dois símbolos causa uma melhora no

processo de ensino-aprendizagem, se comparada à exposição de apenas um deles individualmente (DIAS, 1993).

Baseada na TDC, a utilização de organizadores gráficos durante o processo de ensino-aprendizagem pode auxiliar na retenção do conhecimento sobre o assunto abordado. Se utilizados em atividades bem contextualizadas e focadas no estudante, os organizadores gráficos são ferramentas de metodologias ativas. Adicionalmente, seu uso pode promover colaboração e cooperação entre pares, uma das principais características de atividades dentro dessas metodologias (PESSOA *et al.*, 2023).

No geral, segundo Veriki (2002), organizadores gráficos melhoram a eficiência da comunicação de temas complexos, exigindo um nível menor de esforço cognitivo para o entendimento. O autor, que faz uma análise de alguns tipos de representações visuais, ainda ressalta vantagens de utilização de mapas, citando a maior facilidade de aprendizado devido à forma de organização da informação.

2.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

2.3.1 Aprendizagens mecânica e significativa

A aprendizagem significativa é um conceito formalizado pelo psicólogo David P. Ausubel, oriundo da sua investigação sobre retenção de conteúdo, que ocorre desde a década de 60 (para aprofundamento, sugere-se AUSUBEL, 1961 e 1963; AUSUBEL e FITZGERALD 1961 e 1961(1)). Durante o desenvolvimento das pesquisas, observou-se a distinção entre dois tipos de aprendizagem: a mecânica e a significativa (AUSUBEL *et al.*, 1978).

A aprendizagem mecânica é um processo de retenção de conteúdo sem contextualização. Ela ocorre quando uma informação é comunicada de forma arbitrária, sem o prévio estabelecimento de conexões com outros conteúdos ou situações. Nesse caso, não há necessariamente um espaço para interpretação pessoal do estudante, mas apenas para entendimento literal (BRAATHEN, 2012).

Se modeladas em função da aprendizagem mecânica – como no modelo tradicional –, as avaliações tendem a focar em tarefas que medem a interação direta do estudante com o conteúdo, por meio de estímulo e resposta (AUSUBEL e FITZGERALD, 1961). Esse modelo, porém, desconsidera o conceito de estrutura cognitiva.

A estrutura cognitiva é a rede de conhecimentos já internalizada pelo estudante, adquirida dentro ou fora do ambiente educacional (RONCA, 1994). Segundo Ronca (1994), merece atenção não apenas o conteúdo dessa rede, mas sua organização hierárquica. Pelizzari *et al.* (2002) citam que as relações entre os conceitos dessa rede são mais relevantes do que a quantidade de conceitos presentes.

Quanto mais um novo conceito se conecta com a estrutura cognitiva prévia do estudante, maior a efetividade de retenção, e mais próximo esse processo está da aprendizagem significativa

(PELIZZARI *et al.*, 2002). Define-se, então, aprendizagem significativa como o processo de aprendizagem que se relaciona com os conhecimentos prévios do estudante, presentes em sua estrutura cognitiva, o que dá sentido ao novo conteúdo retido. Durante a aprendizagem significativa, a estrutura cognitiva está em constante mudança e reestruturação.

A Tabela 1 destaca algumas diferenças importantes entre as aprendizagens mecânica e significativa.

Tabela 1. Características das aprendizagens mecânica e significativa

Característica	Aprendizagem mecânica	Aprendizagem significativa
Retenção de conteúdo	Literal	Contextualizada
Contexto	Arbitrário	Não arbitrário
Consideração da estrutura cognitiva	Não	Sim
Relação entre conceitos	Alta	Baixa
Aplicação resultante	Mecânica	Ampla
Espaço para interpretação pessoal	Não	Sim
Situações de aplicação do conteúdo	Conhecidas	Novas

Fonte: autoria própria

É importante destacar que não há dicotomia no ensino-aprendizagem, e sim um processo contínuo que varia entre os dois extremos (QUINTILIO, 2016).

2.3.2 Condições para a aprendizagem significativa

Há três condições que o processo de ensino-aprendizagem precisa obedecer para que a aprendizagem possa ser classificada como significativa (NOVAK e CAÑAS, 2010):

- 1 Presença de predisposição deliberada por parte do estudante para aprender significativamente;
- 2 Adaptação do material para conter conteúdo significativo;
- 3 Consideração da estrutura cognitiva do estudante.

É interessante notar os papéis do professor e do estudante. A condição 1, exposta no parágrafo anterior, indica que o estudante, necessariamente, precisa se envolver e ser protagonista no seu próprio processo de aprendizagem para que este tenha sentido. Isso deve ser, portanto, uma escolha.

O professor deve, juntamente com a instituição, estabelecer um ambiente propício para a escolha do estudante, o contextualizando sobre as características de cada tipo. Uma vez contextualizada e selecionada a aprendizagem significativa, se torna papel do professor o levantamento de conhecimentos prévios do estudante, a fim de ter um ponto de partida para a comunicação de novas informações.

2.3.3 Diferenciação progressiva e reconciliação integrativa

Como citado anteriormente, a estrutura cognitiva não se mantém estática na aprendizagem significativa, pois tende a se alterar e se reestruturar durante esse processo. Isso acontece tanto por meio de novas relações entre conceitos quanto pela alteração progressiva do significado dos próprios conceitos (AUSUBEL, 2000; CICUTO e CORREIA, 2013).

Na primeira dinâmica, conforme uma nova informação é comunicada ao estudante de maneira significativa, novas relações entre conceitos são formadas, devido tanto ao conhecimento retido quanto a novas percepções e ideias. Conceitos que já estavam anteriormente na sua estrutura cognitiva – chamados de subsunçores – interagem de uma maneira diferente da previamente internalizada, levando a uma reorganização dessa estrutura. Denomina-se essa reorganização de reconciliação integrativa.

A outra consequência da aprendizagem significativa é a atribuição de novos significados a conceitos previamente estabelecidos, conforme o estudante entra em contato com novas informações. Define-se essa dinâmica como diferenciação progressiva.

3 MAPAS CONCEITUAIS

3.1 BREVE HISTÓRICO

Em 1971, o cientista Joseph D. Novak iniciou um projeto de pesquisa que visava avaliar o entendimento conceitual de crianças. O método sugerido se baseava em entrevistas gravadas, o que, segundo Novak e Cañas (2006), dificultava a análise específica de como as estruturas cognitivas das crianças estavam mudando ao longo do experimento, embora fosse observado que essa mudança de fato acontecia.

Buscando alternativas para representação da estrutura cognitiva, os integrantes desse grupo de pesquisa desenvolveram, em 1972, uma ferramenta denominada de mapa conceitual (*concept map*). Ela se baseava em três ideias principais da teoria de Ausubel (NOVAK e CAÑAS, 2006; BAUMAN, 2018):

- 1 Desenvolvimento de novos conhecimentos a partir da estrutura cognitiva prévia;
- 2 Organização hierárquica dos conceitos dentro da estrutura cognitiva, com aqueles mais gerais ocupando as partes mais elevadas da rede, sendo cada vez mais específicos nas regiões inferiores;
- 3 Se a aprendizagem é significativa, as relações entre conceitos se tornam mais precisas e mais presentes.

A integração dos mapas conceituais na investigação surpreendeu os pesquisadores pelo fato de ela facilmente transformar a informação da entrevista em uma estrutura cognitiva fielmente ilustrada (NOVAK e CAÑAS, 2006).

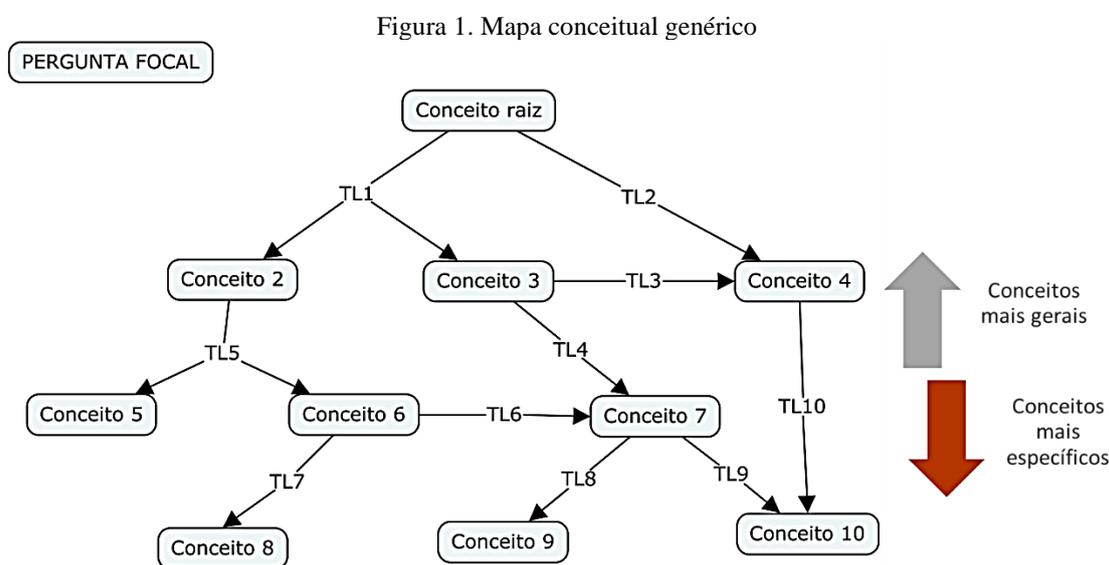
Inicialmente desenhado à mão, o mapa conceitual demandava mais tempo e energia, especialmente nas suas revisões contínuas. Com a introdução de computadores pessoais, novos programas foram desenvolvidos e ajudaram na elaboração e na disseminação dessa ferramenta. Destaca-se o *CmapTools* (CAÑAS *et al.*, 2004).

Desde que foi desenvolvida, essa ferramenta se tornou uma das – se não a – mais frequentemente utilizadas para organização visual de estrutura cognitiva (BAUMAN, 2018). Na educação, seu uso foi relatado tanto no ensino básico quanto no ensino superior, inclusive na pós-graduação.

3.2 O QUE SÃO MAPAS CONCEITUAIS?

Mapas conceituais são figuras, na forma de organizadores gráficos, através dos quais é possível se expressar conhecimento por ligações entre conceitos (CORREIA e NARDI, 2019). Os conceitos são normalmente cercados por uma figura geométrica (quadros ou círculos, por exemplo), enquanto as suas relações se dão por meio de linhas que os conectam, chamados de termos de ligação (NOVAK e CAÑAS, 2010). A junção conceito inicial – termo de ligação – conceito final forma uma proposição.

Os mapas conceituais possuem, além de proposições, pergunta focal. A Figura 1 ilustra um mapa conceitual genérico, no qual *TL* representa termo de ligação.



Fonte: autoria própria

Os conceitos posicionados no mapa podem servir tanto como conceito inicial quanto conceito final de uma determinada proposição. Para isso, dois ou mais conceitos devem ser conectados por um termo de ligação, induzindo a comunicação, por parte do elaborador do mapa, sobre como eles se

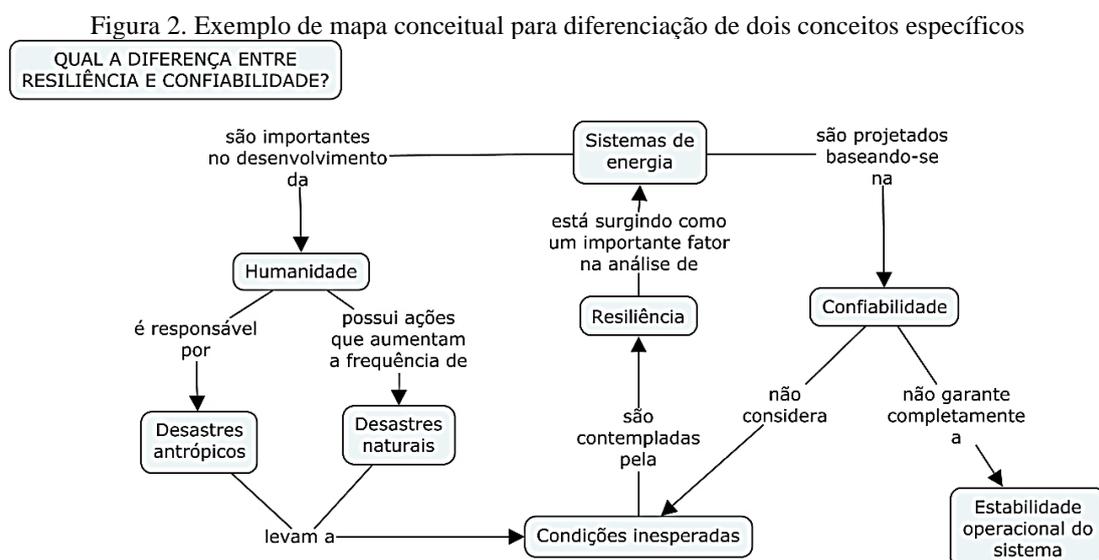
relacionam na sua estrutura cognitiva. Destaca-se que os conceitos são normalmente representados por substantivos, enquanto os termos de ligação possuem verbos.

Assim como a estrutura cognitiva, o mapa conceitual segue uma organização hierárquica: os conceitos mais gerais são posicionados mais acima no mapa, sendo aquele do topo o mais geral, denominado conceito raiz (AGUIAR e CORREIA, 2013). Segundo Correia *et al.* (2016), há três estruturas através das quais podem ser configurados os mapas conceituais: radial (proposições apenas com o conceito raiz como inicial), linear (cada conceito está presente como inicial ou final em apenas uma proposição), ou em rede (caracterizado pela Figura 1). A estrutura que indica maior domínio pelo tema é a em rede, seguida pela linear e radial, respectivamente. Isso pode ser justificado pelo fato de a estrutura em rede possuir maior quantidade e complexidade de proposições, o que indica as mesmas características presentes na estrutura cognitiva do elaborador.

Como cada conceito do mapa pode iniciar uma proposição, o ideal é que o número e o conteúdo dos conceitos sejam restritos de alguma forma. Esse é o papel da pergunta focal: contextualizar o mapa com relação a uma situação ou evento que se busca entender (NOVAK e CAÑAS, 2010).

Para responder pertinentemente à pergunta focal do mapa conceitual, o estudante precisa ativamente filtrar, avaliar criticamente, organizar e reorganizar os conceitos (BAUMAN, 2018). Por tornarem o estudante parte ativa do processo de aprendizagem, atividades com mapas conceituais são destacadas como metodologias ativas (BARBOSA e MOURA, 2013). A utilização dessa ferramenta, portanto, vai na contramão do modelo tradicional de ensino.

Um mapa conceitual pode ser utilizado para expressar qualquer tipo de conhecimento. A Figura 2 ilustra a utilização dessa ferramenta para demonstrar a diferença entre dois conceitos dentro da análise de sistemas de energia.



Fonte: adaptado de Silva (2022)

3.3 AVALIAÇÃO COM MAPAS CONCEITUAIS

Nos últimos anos, a utilização de mapas conceituais para avaliação cresceu, e a projeção é que esse crescimento continue (NOVAK e CAÑAS, 2010). Como forma de expressão de conhecimento, essa ferramenta pode ser utilizada de maneiras diferentes.

Segundo os próprios criadores, a sua utilização apenas com o propósito de avaliação diminui seu potencial (QUINTILIO, 2016). Assim, embora o foco desse texto seja descrever algumas das formas de utilização de mapas conceituais para avaliação já presentes na literatura, ressalta-se que sua utilização não só não é restrita a elas, como também não é restrita à avaliação em si.

3.3.1 Mapa conceitual irrestrito

Normalmente, a elaboração do mapa conceitual fica a cargo do estudante (CORREIA *et al.*, 2020). Esse mapeamento pode ser irrestrito, ou seja, pode não se estabelecer condições para a estrutura do mapa, a não ser o tema a ser abordado.

Nesse caso, o estudante deve propor os conceitos, os termos de ligação e a pergunta focal. Portanto, ele precisa, necessariamente, ser previamente treinado; do contrário, corre-se o risco de o mapa não conter proposições bem definidas ou que não se relacionam com a pergunta focal.

A intenção dessa avaliação é entender como está a percepção do estudante quanto ao conteúdo e analisar sua estrutura cognitiva. A percepção a respeito do tema pode ser observada verificando-se se os conceitos propostos fazem parte do que foi apresentado no decorrer da disciplina ou se o elaborador do mapa saiu do escopo do tema, o que indicaria uma possível falta de assimilação.

A estrutura do mapa, como descrito acima, é um indicativo do nível de retenção de conteúdo e de desenvolvimento da estrutura cognitiva do estudante acerca do tema. Quanto maior a retenção e a aprendizagem significativa, maior a expressão de relações conceituais no mapa e, assim, mais perto da estrutura em rede (CORREIA *et al.*, 2016).

Cada proposição presente no mapa é importante e, assim, deve ser analisada individualmente. Para auxiliar essa análise, Aguiar e Correia (2013) sugerem a utilização da Tabela de Clareza Proposicional (TCP). Uma das suas versões está representada pela Tabela 2, utilizando algumas proposições com os mesmos conceitos inicial e final como exemplos, inspirados no mapa da Figura 2.

Tabela 2. Exemplo de TCP

ID	Conceito inicial	Termo de ligação	Conceito final	Há clareza semântica?	Está conceitualmente correta?
1	Confiabilidade	e as	Condições inesperadas	Não	-
2	Confiabilidade	assim como as	Condições inesperadas	Não	-
3	Confiabilidade	não considera	Condições inesperadas	Sim	Sim

4	Confiabilidade	leva em consideração as	Condições inesperadas	Sim	Não
5	Confiabilidade	muitas vezes não considera	Condições inesperadas	Sim	Sim (sem contundência)

Fonte: adaptado de Aguiar e Correia (2013)

Sabe-se, pelo mapa conceitual da Figura 2, que o conceito de confiabilidade não considera condições inesperadas. Com base nessa afirmação, cabe uma análise de cada proposição presente na Tabela 2.

As proposições 1 e 2 não apresentam clareza semântica, ou seja, não é possível entender a mensagem que o elaborador do mapa quis passar com essa proposição. Observe que, se destacada, a proposição 1 “confiabilidade e as condições inesperadas” não possui significado em si. O mesmo ocorre com a proposição 2. As proposições 3 e 4 possuem mensagem clara. Assim, é possível analisar se estão conceitualmente corretas.

A proposição 3 afirma exatamente o que está no mapa da Figura 2 e, portanto, está conceitualmente correta. A proposição 4 afirma o contrário e, assim, está conceitualmente incorreta. Nesse caso, o elaborador foi capaz de esclarecer a ligação entre os dois conceitos presente na sua estrutura cognitiva, e a avaliação do seu mapa conceitual permite a conclusão de que essa ligação está incorreta. Cabe, portanto, correção por parte do professor. Por fim, a proposição 5 está correta, mas o elaborador não foi capaz de estabelecer uma ligação mais contundente entre os dois termos, possivelmente por conta de incertezas. Essa falta de contundência está representada pelo termo “muitas vezes”. Nesse caso, cabe uma melhor explicação do conceito de confiabilidade.

Correia e Nardi (2019) destacam características importantes das proposições que possuem informações valiosas. Em suma, elas podem, segundo os autores, ter classificação de corretas, incorretas, imprecisas ou desnecessárias.

Uma vez que cada proposição é analisada individualmente, é possível saber, com razoável exatidão, que ponto precisa ser mais profundamente explorado para cada estudante. Adicionalmente, há a possibilidade de se analisar qual o nível de retenção de conteúdo em cada aspecto e se esse conteúdo foi internalizado de maneira correta.

3.3.2 Mapa conceitual com condicionantes

Assim como o ambiente de elaboração do mapa conceitual pode ser irrestrito, algumas condicionantes podem ser adicionadas, visando direcionar o elaborador em algum sentido específico. Adicionar boas restrições pode aumentar a complexidade cognitiva da tarefa.

A seleção, por parte do professor, de um conceito obrigatório é uma das condicionantes que podem ser adicionadas. Nesse caso, o elaborador é obrigado a utilizar o conceito obrigatório no seu

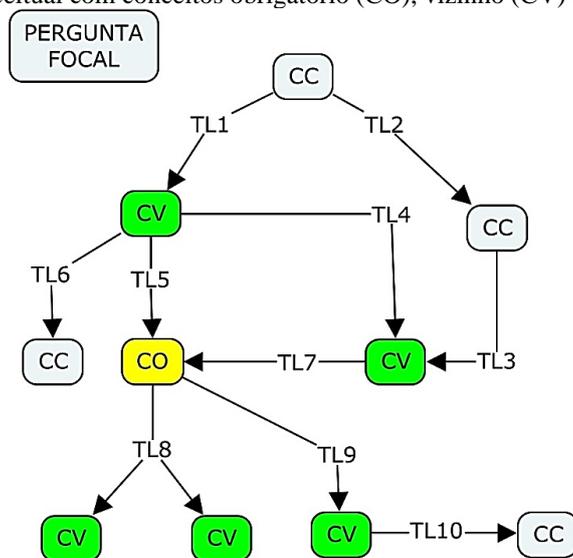
mapa, geralmente em qualquer posição, a não ser que seja explicitamente solicitado que ele seja o conceito raiz.

A presença de um conceito específico no mapa conceitual induz o elaborador do mapa a relacionar outros conceitos com este. Portanto, a sua escolha precisa ser feita conscientemente, para que haja um esforço cognitivo fundamentado nesse conceito (CICUTO e CORREIA, 2012).

A quantidade de proposições partindo ou chegando ao conceito obrigatório permite a inferência de mais ou menos relevância a ele atribuída pelo elaborador do mapa. Os conceitos diretamente ligados ao conceito obrigatório são denominados conceitos vizinhos, enquanto aqueles presentes no mapa, mas não ligados ao obrigatório por proposições, são chamados de conceitos complementares (CICUTO e CORREIA, 2012; NETO e LIMA, 2018).

Baseados nos conceitos obrigatório (CO), vizinho (CV) e complementar (CC), os mapas conceituais com essa condicionante podem ser avaliados com a análise de vizinhança, proposta em Cicuto e Correia (2012). A Figura 3 ilustra um mapa conceitual genérico, em estrutura de rede, contendo esses elementos.

Figura 3. Mapa conceitual com conceitos obrigatório (CO), vizinho (CV) e complementar (CC)



Fonte: adaptado de Cicuto e Correia (2012)

Uma forma alternativa de se estabelecer conceitos base é por meio de uma lista contendo alguns conceitos relevantes do conteúdo, que precisam ser organizados e conectados pelo elaborador do mapa conceitual. Nesse caso, o contexto é dado pela relação entre os conceitos selecionados pelo elaborador.

Lima *et al.* (2021) aplicaram uma atividade com mapa conceitual para alunos do 2º ano do ensino médio. Para o levantamento de conceitos base, eles organizaram um *brainstorming* com os próprios estudantes, após a conclusão de um conteúdo específico da disciplina. Os estudantes, que seriam os elaboradores, portanto, foram os responsáveis pelo levantamento dos conceitos base. Nessa

atividade, eles deveriam utilizar parte dos conceitos levantados, podendo adicionar alguns que julgassem necessários.

Outro elemento que pode ser fixado é a pergunta focal, estabelecendo, de forma alternativa ao levantamento de conceitos base, um ambiente específico para elaboração do mapa conceitual. O elaborador deve, necessariamente, abordar elementos pertinentes a respondê-la.

Como exemplo, Hara e Imbernon (2020) estabeleceram a seguinte pergunta para uma das atividades proposta com mapa conceitual em uma disciplina de pós-graduação: “*Dinâmica do planeta pós humanos: como a humanidade interfere no funcionamento do Sistema Terra, levando em conta causas e consequências?*” É possível identificar elementos específicos, dentro da pergunta focal, que estabelecem uma limitação de ambiente para desenvolvimento do mapa, guiando os elaboradores.

Em outra atividade, Correia *et al.* (2010) fixaram a pergunta focal: “*Como a ciência e a tecnologia influenciaram a compreensão da sociedade sobre o universo?*” O elaborador, nesse caso, deve focar na sua percepção sobre a compreensão da sociedade sobre um tema específico (universo), fundamentando-se especificamente em dois tópicos (ciência e tecnologia). Percebe-se que a especificidade da pergunta focal estabelece uma complexidade maior na elaboração do mapa do que aquela no caso de o estudante elaborar sua própria pergunta focal.

Como descrito, adicionar condicionantes no processo de elaboração do mapa conceitual pode ser vantajoso para estabelecer um ambiente específico, induzindo o elaborador a se fundamentar cognitivamente baseando-se em uma característica do mapa. Essa característica, por ter essa importância, deve ser cuidadosamente pensada.

3.3.3 Mapa conceitual semiestruturado

O mapa conceitual semiestruturado (MCSE) pode ser interpretado como um mapa conceitual com uma condicionante: o posicionamento dos conceitos e, indiretamente, sua estrutura. Um modelo de MCSE, antes do preenchimento por parte do elaborador, é ilustrado na Figura 4.

Figura 4. Mapa conceitual semiestruturado



Fonte: autoria própria

Cabe ao elaborador do mapa selecionar os conceitos mais relevantes, na sua avaliação, e conectá-los, sem restrição da quantidade de termos de ligação (AGUIAR e CORREIA, 2013). Isso significa que quanto mais conexões entre os termos, maiores as relações também na estrutura cognitiva do elaborador. Adicionalmente, a falta de termos relevantes pode indicar baixa assimilação de partes importantes do conteúdo. Também se avalia a capacidade de organização hierárquica do estudante ao selecionar os conceitos mais gerais e mais específicos e posicioná-los da maneira indicada no mapa.

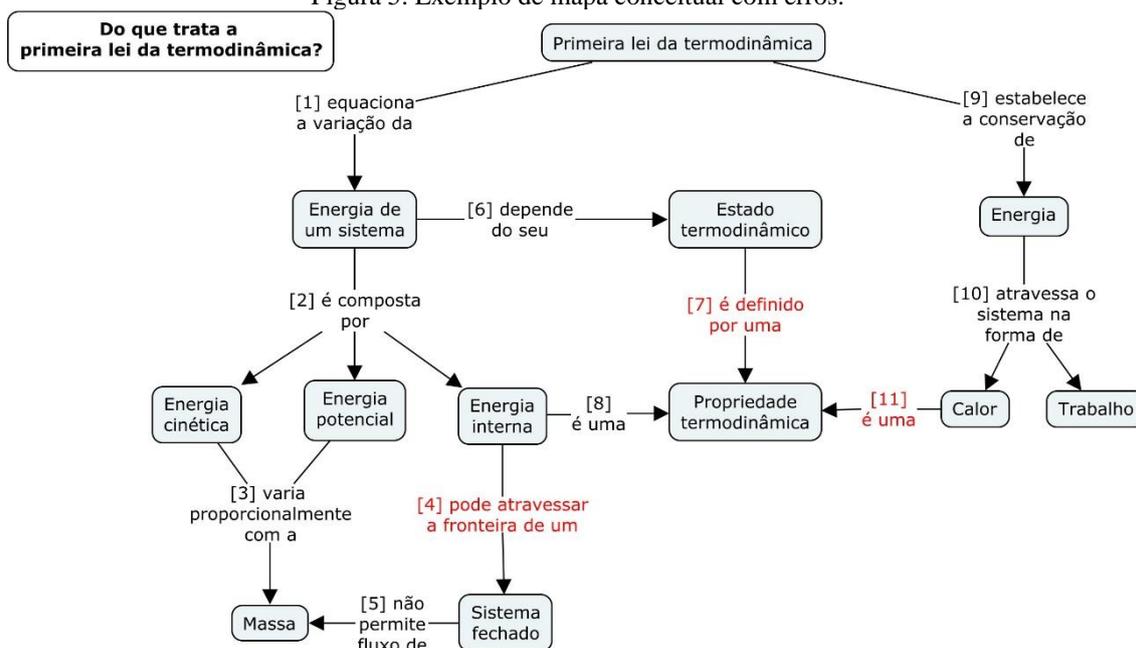
No MSCE, pode-se adicionar ou não as condicionantes de conceitos obrigatórios e pergunta focal, direcionando a elaboração, além de estruturalmente, também conceitualmente. Cabe ao professor observar o que sua atividade pretende abordar.

3.3.4 Mapa conceitual com erros

Como descrito acima, tornar o estudante um elaborador de mapa conceitual requer tempo e dedicação. Uma maneira de atenuar esse cenário é ter o próprio professor como elaborador, como no caso do mapa conceitual com erros (MC/E). Adicionalmente, o professor consegue, nessa situação, adicionar conceitos que julga importante para o entendimento do conteúdo.

O mapa conceitual com erros é uma estrutura de mapa que contém erros intencionais, cabendo ao estudante a sua identificação e explicação (CORREIA *et al.*, 2020; 2020(2)). A Figura 5 ilustra um mapa conceitual, cujos erros estão expressos em vermelho.

Figura 5. Exemplo de mapa conceitual com erros.



Fonte: autoria própria

O mapa conceitual com erros representado na Figura 5 aborda conceitos da primeira lei da termodinâmica. Apenas um estudante que tem uma estrutura cognitiva bem estabelecida consegue identificar os três erros: a energia interna não pode atravessar a fronteira de um sistema fechado, o estado termodinâmico é definido por duas propriedades termodinâmicas, o calor não é uma propriedade termodinâmica. Adicionalmente, ele precisa também identificar as outras proposições como corretas, o que demanda esforço cognitivo.

O mapa conceitual com erros pode ser aplicado com sucesso no levantamento de conhecimentos prévios, como proposto em Correia *et al.* (2020(2)). Se aplicada a cada conclusão de conteúdo, pode avaliar o nível de retenção de cada estudante.

4 CONCLUSÃO

Inicialmente, foram apresentados aspectos teóricos que fundamentam a utilização de mapas conceituais para expressão de conhecimento. A mudança no modelo de ensino das últimas décadas, o desenvolvimento de organizadores gráficos para facilitar a expressão e o estudo da aprendizagem significativa criaram um cenário favorável à aplicação dessa ferramenta em diversas atividades.

Mapas conceituais foram definidos como ferramentas estruturadas por meio de proposições (que, por sua vez, contêm conceitos e termos de ligação) e pergunta focal. Cada elemento introduz um aspecto importante na elaboração do mapa. Enquanto a ligação entre conceitos ilustra a estrutura cognitiva do elaborador, a pergunta focal limita fisicamente e conceitualmente o mapa conceitual.

Algumas avaliações presentes na literatura foram abordadas, com a ressalva de que não são limitadas pelos exemplos citados. Foi observado que o elaborador do mapa pode ser tanto o estudante quanto o professor, e que ele pode ou não ter condicionantes. Cada proposta avalia aspectos específicos do conhecimento, e devem ser cautelosamente consideradas antes de serem selecionadas.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, j.g.; correia, p.r.m. como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. *Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências*, v. 13, n. 2, 2013.
- Ausubel, d.p. the use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of educational psychology*, v. 51, n. 5, p. 267-272, 1960.
- Ausubel, d.p. the psychology of meaningful verbal learning. Nova york: grune & stratton, 1963.
- Ausubel, d.p.; fitzgerald, d. Meaningful learning and retention: intrapersonal cognitive variables. *Review of educational research*, v. 31, n. 5, p. 500-510, 1961.
- Ausubel, d.p.; fitzgerald, d. The role of discriminability in meaningful verbal learning and retention. *Journal of educational psychology*, v. 52, n. 5, p. 266-274, 1961(1).
- Ausubel, d.p.; novak, j.d.; hanesian, h. *Educational psychology: a cognitive view*. 2 ed. Holt, rinehart & winston, 1978.
- Barbosa, e.f.; moura, d.g. metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. *Boletim técnico do senac*, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.
- Bauman, a. Concept maps: active learning assessment tool in a strategic management capstone class. *College teaching*, v. 66, n. 4, p. 213-221, 2018.
- Berbel, n.a.n. as metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: ciências sociais e humanas*, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.
- Bonwell, c.c.; eison, j.a. *active learning: creating excitement in the classroom*. Washington: the george washington university, school of education and human development, 1991.
- Braathen, c. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de química. *Revista eixo*, v. 1, n. 1, p. 74-86, 2012.
- Cañas aj, hill g, carff r, suri n, lott j, eskridge t, gómez g, arroyo m, carvajal r. Cmaptools: a knowledge modeling and sharing environment. In: *concept maps: theory, methodology, technology*. Proceedings of the first international conference on concept mapping. Universidad pública de navarra: pamplona, p. 125-133, 2004.
- Cicuto, c.a.t.; correia, p.r.m. análise de vizinhança: uma nova abordagem para avaliar a rede proposicional de mapas conceituais. *Revista brasileira de ensino de física*, v. 34, n. 1, p. 1401, 2012.
- Cicuto, c.a.t.; correia, p.r.m. estruturas hierárquicas inapropriadas ou limitadas em mapas conceituais: um ponto de partida para promover a aprendizagem significativa. *Aprendizagem significativa em revista*, v. 3, n. 1, p. 1-11, 2013.
- Correia, p.r.m.; aguiar, j.g.; viana, a.d.; cabral, g.c.p. por que vale a pena usar mapas conceituais no ensino superior? *Revista de graduação usp*, v. 1, n. 1, p. 41-52, 2016.

Correia, p.r.m.; ballego, r.s.; nascimento, t.s. os professores podem fazer mapas conceituais? Sim, eles devem! *Revista de graduação da usp*, v. 4, n. 1, p. 29-39, 2020.

Correia, p.r.m.; nascimento, t.s.; ballego, r.s.; soares, m.; moon, b. Como fazer avaliação diagnóstica dos alunos usando mapas conceituais com erros. *Organicom*, v. 17, n. 32, p. 118-130, 2020(2).

Correia, p.r.m.; nardi, a. O que revelam os mapas conceituais dos meus alunos? Avaliando o conhecimento declarativo sobre a evolução do universo. *Ciência & educação*, v. 25, p. 685-704, 2019.

Correia, p.r.m.; silva, a.c.; junior, j.g.r. mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula. *Revista brasileira de ensino de física*, v. 32, n. 4, p. 4402, 2010.

Dias, p.; meneses, m.i.c. problemática da representação em hipertexto. *Revista portuguesa de educação*, v. 6, n. 3, p. 83-91, 1993.

Estrela, a.; ferreira, p.; loureiro, c.; sarreira, p. Organizadores gráficos: ferramentas essenciais no ensino e aprendizagem de matemática e de ciências físicas e naturais. In: *práticas de integração curricular nos 1.º e 2.º ciclos do ensino básico*. Lisboa: instituto politécnico de lisboa, 2022.

Gallavan, n.p.; kottler, e. Eight types of graphic organizers for empowering social studies students and teachers. *The social studies*, v. 98, n. 3, p. 117-128, 2007.

Hara, f.c.p.; imbernon, r.a.l. mapas conceituais na pós-graduação: possibilidades para a integração de conceitos complexos em uma perspectiva interdisciplinar. *Caminhos da educação matemática em revista/online*, v. 10, n. 1, p. 160-174, 2020.

Kim, a.h.; vaughn, s.; wanzek, j.; wei, s. Graphic organizers and their effects on the reading comprehension of students with ld: a synthesis of research. *Journal of learning disabilities*, v. 37, n. 2, p. 105-118, 2004.

Konopka, c.l.; adame, m.b.; mosele, p.h. active teaching and learning methodologies: some considerations. *Creative education*, v. 6, n. 14, p. 1536-1545, 2015.

Lima, a.l.; almeida, d.n.; silva, s.m.c.; barros, r.m.c.; lima, m.l.f. alternativa de avaliação via utilização de mapas conceituais. *Revista de enseñanza de la física*, v. 33, n. 2, p. 301-307, 2021.

Lovato, f.l.; michelotti, a.; silva, c.b.; loretto, e.l.s. metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. *Acta scientiae*, v. 20, n. 2, p. 154-171, 2018.

Mccarthy, j.p.; anderson, l. Active learning techniques versus traditional teaching styles: two experiments from history and political science. *Innovative higher education*, v. 24, n. 4, p. 279-294, 2000.

Michel, n.; cater, j.j.; varela, o. Active versus passive teaching styles: an empirical study of student learning outcomes. *Human resource development quarterly*, v. 20, n. 4, p. 397-418, 2009.

Neto, r.n.b.; lima, r.w. uma proposta de metodologia para avaliação de mapas conceituais. *Anais do xxix simpósio brasileiro de informática na educação*, p. 1761-1765, 2018.

Novak, j.d.; cañas, a.j. the origins of the concept mapping tool and the continuing evolution of the tool. *Information visualization*, v. 5, n. 3, p. 175-184, 2006.

Novak, j.d.; cañas, a.j. a teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis educativa*, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

Paivio, a. *Mental representations: a dual coding approach*. Oxford: oxford university, 1990.

Pelizzari, a.; kriegl, m.l.; baron, m.p.; finck, n.t.l.; dorocinski, s.i. teoria da aprendizagem significativa segundo ausubel. *Revista pec*, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

Pessoa, d.l.r.; ramos, a.s.m.b.; ribeiro, r.m.; borges, a.c.r.; borges, m.o.r. mapas conceituais: uma estratégia metodológica no ensino de farmacologia para acadêmicos de medicina. *Peer review*, v. 5, n. 3, p. 173-184, 2023.

Prince, m. Does active learning work? A review of the research. *Journal of engineering education*, v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004.

Quintilio, n.k. mapas conceituais, ensino e aprendizagem em educação física escolar. *Pesquisas pedagógicas em educação física e esporte*, v. 5, p. 87-106, 2016.

Ronca, a.c.c. teorias de ensino: a contribuição de david ausubel. *Temas em psicologia*, v. 2, n. 3, p. 91-95, 1994.

Silva, f.s. energy generation systems under unexpected operational conditions: consequences in view of components and consideration of resilience in the design phase. Tese de doutorado – universidade estadual paulista “júlio de mesquita filho”. Guaratinguetá. 133 p. 2022.

Valadares, j. *Organizadores gráficos facilitadores da aprendizagem significativa*. 1 ed. Caparica: uied, 2014.

Veriki, i. What is the value of graphical displays in learning? *Educational psychology review*, v. 14, n. 3, p. 261-312, 2002.