

Como fazer avaliação diagnóstica dos alunos usando mapas conceituais com erros*

How to make students' diagnostic assessment using concept map with errors

Cómo hacer la evaluación de diagnóstico de estudiantes usando mapas conceptuales con errores



Paulo Rogério Miranda Correia

- Doutor em Química pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP)
- Professor da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH-USP Leste)
- Coordenador do grupo de pesquisa Mapas conceituais, da EACH-USP Leste
- E-mail: prmc@usp.br



Thalita de Souza Nascimento

- Mestranda da Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências (PIEC-USP)
- Desenvolve pesquisa envolvendo mapas conceituais e rastreamento do olhar
- E-mail: thalita.nascimento@usp.br



Raíssa dos Santos Ballego

- Mestranda da Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências (PIEC-USP)
- Desenvolve pesquisa sobre o uso de mapas conceituais durante a colaboração entre alunos
- E-mail: raissa.ballego@usp.br



Marília Soares

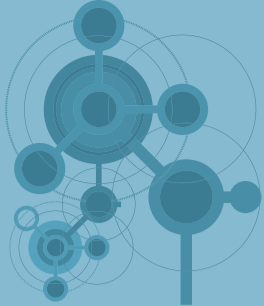
- Mestranda da Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências (PIEC-USP)
- Desenvolve pesquisa envolvendo atividades baseadas nos mapas conceituais com erro
- E-mail: mariliasoares@usp.br



Brian Moon

- Diretor de Tecnologia da Perigeon Technologies LLC
- Coordena o desenvolvimento da plataforma Sero!, de avaliação de mapas conceituais
- E-mail: brian@perigeantechnologies.com

*Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), pelo apoio às investigações de nosso grupo de pesquisa – Processo nº 2016/24553-7.



Resumo

A insatisfação de professores e alunos com o formato atual do processo de ensino-aprendizagem tem gerado a busca por inovações pedagógicas. Este trabalho apresenta os mapas conceituais com erros (MCE) como uma atividade de avaliação diagnóstica de rápida aplicação, permitindo ao professor oferecer devolutivas imediatas e personalizadas aos alunos. Isso pode estimular a ressonância pedagógica e favorecer a aprendizagem significativa. As atividades usando MCE podem ser facilmente incorporadas aos ambientes virtuais de aprendizagem, potencializando sua utilização em larga escala.

PALAVRAS-CHAVE: AVALIAÇÃO • APRENDIZAGEM • ENSINO SUPERIOR • MAPAS CONCEITUAIS • RESSONÂNCIA PEDAGÓGICA.

Abstract

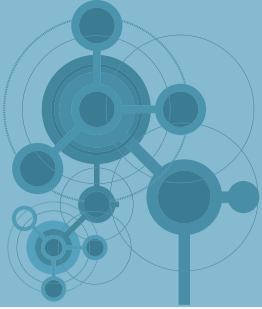
The dissatisfaction of teachers and students with the current format of the teaching-learning process has generated the search for pedagogical innovations. This work presents the concept maps with errors (CME) as a diagnostic activity of rapid application, allowing the teacher to offer instantaneous and customized feedback to students. This kind of feedback can stimulate pedagogical resonance and foster meaningful learning. Activities based on CME can be easily incorporated into virtual learning environments, leveraging their use on a large scale.

KEYWORDS: EVALUATION • LEARNING • HIGHER EDUCATION • CONCEPT MAPS • PEDAGOGICAL RESONANCE.

Resumen

La insatisfacción de docentes y alumnos con el formato actual del proceso de enseñanza-aprendizaje ha generado la búsqueda de innovaciones pedagógicas. Este trabajo presenta los mapas conceptuales con errores (MCE) como una actividad de diagnóstico de aplicación rápida, lo que permite al maestro ofrecer comentarios inmediatos y personalizados a los estudiantes. Esto puede estimular la resonancia pedagógica y favorecer el aprendizaje significativo. Las actividades que utilizan MCE pueden incorporarse fácilmente en entornos virtuales de aprendizaje, aprovechando su uso a gran escala.

PALABRAS CLAVE: EVALUACIÓN • APRENDIZAJE • EDUCACIÓN SUPERIOR • MAPAS CONCEPTUALES • RESONANCIA PEDAGÓGICA.



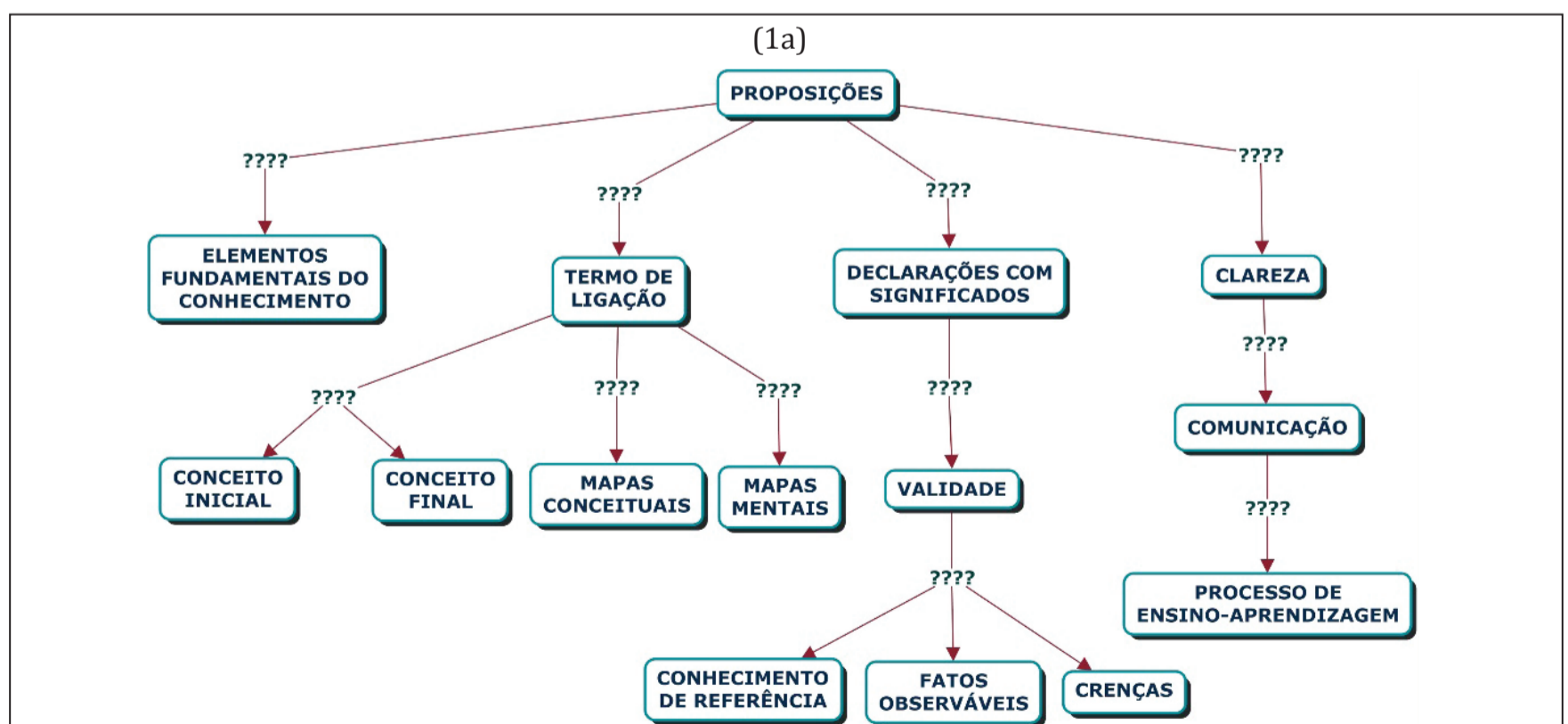
A busca por inovações no ensino superior confirma a necessidade de se encontrar formas de valorizar a aprendizagem centrada no aluno, onde o professor atua como um facilitador do processo de aprendizagem (ARAÚJO e SASTRE, 2009; WRIGHT, 2011). Essa é uma resposta à insatisfação que vários professores e alunos têm frente aos resultados obtidos em sala de aula, apesar dos esforços que são dedicados às disciplinas de graduação. Estuda-se muito, mas se aprende menos do que o desejado.

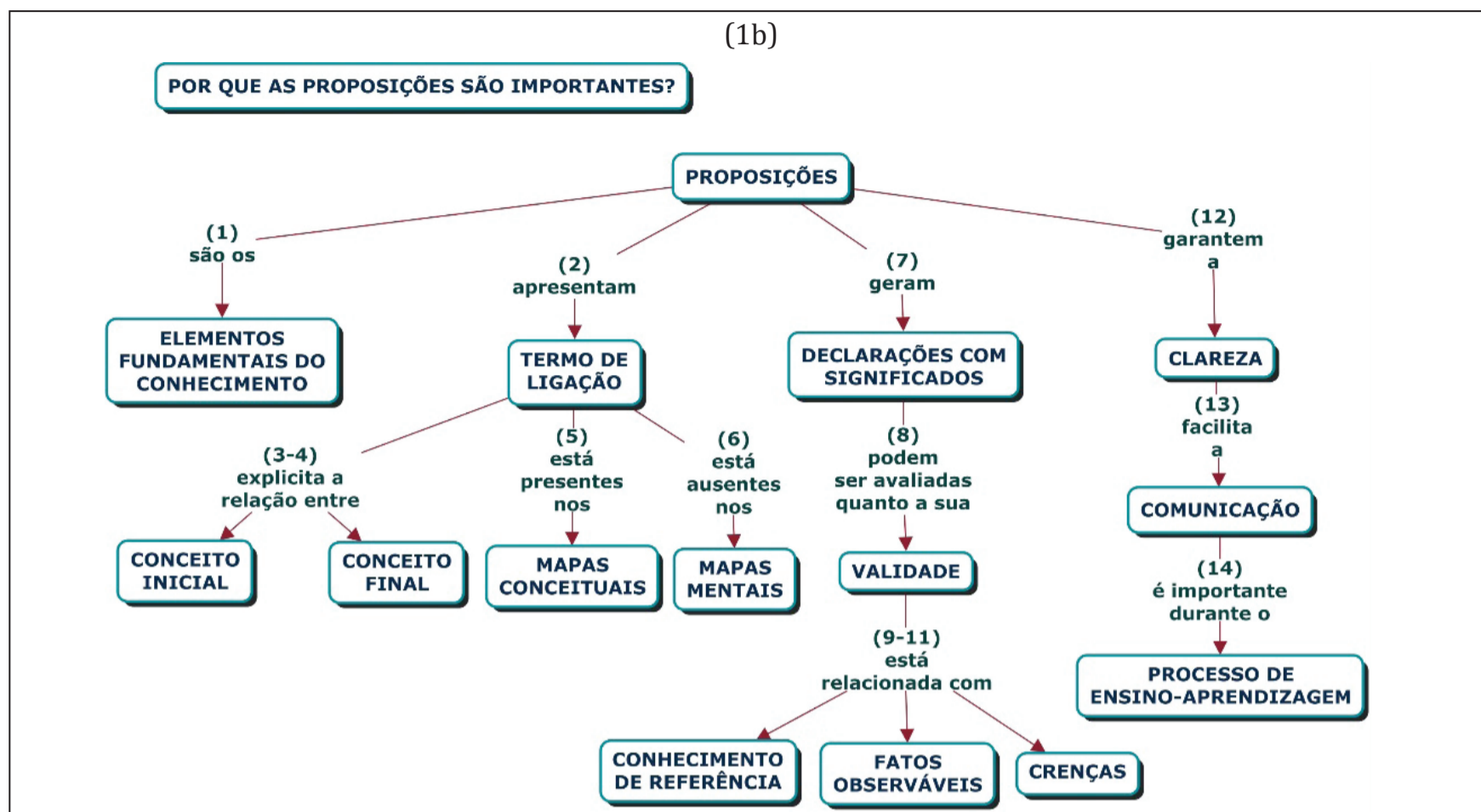
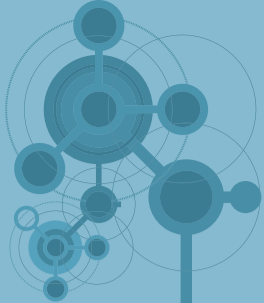
O interesse pelos mapas conceituais tem crescido nos últimos anos, porque eles tornam visíveis as estruturas de conhecimento que são negociadas durante o processo de ensino-aprendizagem (CORREIA, 2012; HAY, KINCHIN e LYGO-BAKER, 2008; NOVAK, 2010). Os mapas conceituais são organizadores gráficos que representam o conhecimento, a partir de proposições que contêm três elementos: conceito inicial, termo de ligação e conceito final. Apresentados por Joseph Novak no início da década de 1970, os mapas conceituais têm sido largamente utilizados para organizar e compartilhar conhecimentos no âmbito educacional, em grupos de pesquisa e nas corporações (*e.g.*, MOON *et al.*, 2011; CORREIA, 2012; IFENTHALER e HANEWALD, 2014; NOVAK, 2010; TORRES e MARRIOTT, 2010).

O termo de ligação explícita, de forma clara e precisa, a relação entre os conceitos, conferindo clareza semântica à proposição. Um mapa conceitual pode ser entendido como um conjunto interconectado de proposições que contêm mensagens inteligíveis com o objetivo de expressar relações conceituais.

A figura 1 mostra duas estruturas para destacar o papel central do termo de ligação na representação do conhecimento por meio de relações conceituais. A primeira estrutura (1a) não revela as relações entre os conceitos, limitando-se a associá-los (os pontos de interrogação nas setas simbolizam a ausência das relações conceituais). Note-se que os conceitos “mapas mentais” e “mapas conceituais” estão associados ao conceito “termo de ligação”, mas não há como saber as relações existentes entre eles. A segunda estrutura (1b), por sua vez, apresenta termos de ligação em todas as setas que ligam os conceitos, evidenciando com precisão as relações conceituais estabelecidas. Nesse caso, é possível compreender as relações existentes entre “termo de ligação/mapas conceituais” e “termo de ligação/mapas mentais” (1b, proposições 5-6). A diferença entre esses dois organizadores gráficos fica evidente e é possível concluir qual deles expressa o conhecimento com maior clareza. A clareza da comunicação é importante para que o processo de ensino-aprendizagem produza os resultados esperados. Isso torna os mapas conceituais uma solução mais adequada para promover a aprendizagem profunda ou significativa no ensino superior (CORREIA *et al.*, 2016).

Figura 1 – Comparação entre estruturas conceituais para mostrar a diferença entre (a) mapas mentais e (b) mapas conceituais. Os termos de ligação explicitam as relações conceituais com maior clareza e precisão.





Os mapas conceituais construídos por alunos têm sido utilizados para avaliar a aprendizagem (*e.g.*, KINCHIN, 2020; NOVAK, 2002, 2010; MOREIRA, 2010), permitindo ao professor oferecer devolutivas precisas e frequentes ao longo das suas aulas. Essa avaliação processual ganha um caráter formativo e estimula a aprendizagem significativa (profunda), em detrimento da aprendizagem mecânica (superficial) – aquela que tipicamente ocorre na véspera das provas (CORREIA *et al.*, 2016; LUCKESI, 1999). Além disso, os mapas dos alunos podem facilitar processos colaborativos entre eles e entre o professor e os alunos (*e.g.*, CORREIA *et al.*, 2010; MOREIRA, 2010; TORRES e MARRIOTT, 2010).

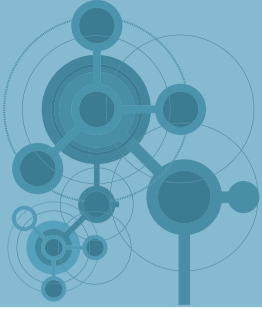
O professor também pode construir mapas conceituais para representar o seu conhecimento especializado sobre o conteúdo disciplinar. Estes mapas são úteis para visualizar o conteúdo das disciplinas, localizar os conceitos mais desafiadores, organizar a sequência de aulas e identificar relações com outras disciplinas do currículo (CORREIA *et al.*, 2014). O uso de mapas conceituais para mediar discussões entre especialistas torna o processo mais eficiente, pois os conceitos permanecem visíveis a todos durante todo o tempo (CORREIA, 2012).

Além dessas possibilidades, o nosso grupo de pesquisa vem desenvolvendo uma atividade de avaliação para ser utilizada em sala de aula, a partir de mapas criados pelo professor. Os mapas com erros (MCE), intencionalmente incluídos pelo professor, são oferecidos aos alunos que devem encontrar os erros e explicá-los brevemente (CORREIA, CABRAL e AGUIAR, 2016; CORREIA, AGUIAR e MOON, 2019).

O objetivo deste artigo é apresentar os MCE como uma atividade de avaliação diagnóstica que o professor pode aplicar rapidamente em suas aulas, viabilizando o oferecimento de devolutivas imediatas e personalizadas para os alunos. A avaliação diagnóstica identifica o que os alunos já sabem antes do início do processo de aprendizagem (LUCKESI, 1999). Esses conhecimentos são os pilares sobre os quais os esquemas conceituais podem ser construídos de forma significativa (MOREIRA, 2010).

POR QUE USAR MAPAS CONCEITUAIS NA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM?

O mapeamento conceitual foi proposto por Joseph Novak na década de 1970 (NOVAK, 2010) e possui uma forte vinculação com a teoria da assimilação através da aprendizagem e da retenção significativas (AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 2010). As



proposições (*conceito inicial - termo de ligação → conceito final*) diferenciam os mapas conceituais de outros diagramas similares, tais como os mapas mentais e os mapas de argumentos (DAVIES, 2011). Elas obrigam a externalização das relações conceituais, que devem ser explicadas da forma mais clara possível através do uso de termos de ligação. Cada proposição é uma afirmação que pode ser julgada quanto a sua clareza e a sua correção conceitual (figura 1). Os mapas conceituais explicitam como os conceitos se relacionam e, por isso, ajudam no compartilhamento de ideias e informações entre professor e alunos. A tabela 1 mostra como pequenas variações no termo de ligação implica grandes alterações na mensagem comunicada pela proposição.

Tabela 1 – Efeito das variações no termo de ligação sobre o conteúdo expresso pelas mensagens posicionais.

Proposição	Termo de ligação	Clareza semântica	Correção conceitual
mapas conceituais – ??? → comunicação	Ausente, comum nos mapas mentais.	Não há, pois não existe relação entre os conceitos. Eles foram associados.	Não é possível avaliar.
mapas conceituais – e a → comunicação	Formado por conjunção e artigo, sem a presença de um verbo.	Há somente uma associação aditiva formando o conceito “mapas conceituais e a comunicação”.	Não é possível avaliar.
mapas conceituais – facilitam a → comunicação	Apresenta um verbo conjugado no presente.	É possível compreender a mensagem.	A mensagem está correta, de acordo com conhecimento de referência.
mapas conceituais – impedem a → comunicação	Apresenta um verbo conjugado no presente.	É possível compreender a mensagem.	A mensagem está errada (verbo com sentido oposto).
comunicação – facilita os → mapas conceituais	Apresenta um verbo conjugado no presente.	É possível compreender a mensagem.	A mensagem está errada (conceitos em posições invertidas).
mapas conceituais – facilitarão a → comunicação	Apresenta um verbo conjugado no futuro.	É possível compreender a mensagem.	A mensagem está errada (tempo verbal inapropriado).
mapas conceituais – facilitam muito a → comunicação	Apresenta um verbo conjugado no presente.	É possível compreender a mensagem.	A mensagem está correta, mas cabe discussão sobre o uso do advérbio de intensidade.

O valor dos mapas conceituais nas tarefas de avaliação da aprendizagem já extrapolou a literatura acadêmica e atingiu instituições governamentais que planejam ações no âmbito educacional. O Departamento de Educação dos Estados Unidos elaborou um documento contendo diretrizes para a avaliação continuada do desempenho dos alunos da educação básica (NATIONAL ASSESSMENT..., 2014, p. 98), recomendando o uso de mapas como forma de avaliar a aprendizagem:

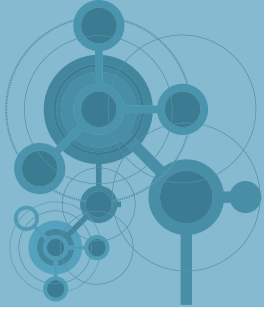
As atividades que envolvem o mapeamento de conceitos podem ser consideradas complexas, devido às demandas cognitivas impostas aos alunos. Essas tarefas envolvem a identificação de princípios científicos e o conhecimento declarativo associado, exigindo a organização desse conhecimento (Tradução nossa).

É importante destacar que os mapas são úteis para verificar o entendimento conceitual dos alunos, ao explorar relações hierárquicas entre conceitos que descrevem princípios e/ou temas acadêmicos. Esse fato justifica a inclusão dos mapas conceituais no repertório de atividades avaliativas dos professores que desejam verificar a aprendizagem dos seus alunos ao longo do processo de ensino.

POR QUE O PROFESSOR DEVE FAZER SEUS MAPAS CONCEITUAIS?

Os mapas conceituais são úteis para tornar visíveis as estruturas de conhecimento dos alunos e eles têm sido explorados como ferramenta de avaliação da aprendizagem por mais de 20 anos (*e.g.*, CORREIA e NARDI, 2019; KINCHIN, 2020; NOVAK, 2002, 2010; MOREIRA, 2010; SOIKA e REISKA, 2014). Esses trabalhos refletem uma característica marcante da literatura da área, ao considerar os alunos como mapeadores preferenciais: eles são os principais criadores de mapas conceituais nas atividades realizadas nos ambientes de aprendizagem.

Visualizar as estruturas de conhecimento dos alunos permite ao professor identificar lacunas conceituais, concepções alternativas e avaliar quais são as próximas etapas da aprendizagem (CORREIA *et al.*, 2016; CORREIA,



AGUIAR e MOON, 2019; HAY, KINCHIN e LYGO-BAKER, 2008). Essa avaliação é feita a partir da estrutura de conhecimento do especialista (professor), que é mais completa e rica do que aquela que os alunos estão desenvolvendo durante as aulas. A ocorrência da ressonância pedagógica (a ponte entre o conhecimento do professor e a aprendizagem do aluno) é facilitada, estimulando a opção pela aprendizagem significativa, em detrimento da aprendizagem mecânica. Esse não é o panorama usual das salas de aula do ensino superior. Kinchin, Lygo-Baker e Hay (2008) discutem que as universidades se transformaram em centros de não-aprendizagem, onde a aprendizagem mecânica ocorre em grande parte das situações. As atividades de avaliação podem ajudar a alterar esse panorama, caso elas sejam planejadas para oferecer informações que ajudem no estabelecimento da ressonância pedagógica. A devolutiva após as avaliações é um momento privilegiado que o professor pode utilizar para engajar os alunos numa reflexão sobre os resultados de sua aprendizagem.

Maria Araceli Ruiz-Primo e Richard J. Shavelson (1996) publicaram um artigo fundamental para compreender o uso de mapas como ferramentas de avaliação da aprendizagem. Os autores destacam que as atividades de avaliação usando mapas conceituais devem apresentar:

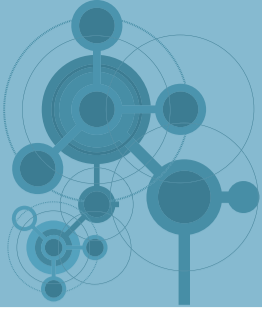
- Um convite ao aluno para que ele forneça informações sobre a sua estrutura de conhecimento num domínio específico;
- Um formato de resposta para a tarefa; e
- Um sistema de pontuação para avaliar o desempenho dos alunos.

Esses três componentes podem variar de acordo com as características específicas de cada ambiente de aprendizagem. Quem é o mapeador: alunos ou professor? Essa é uma questão raramente explorada por pesquisadores e educadores. Frequentemente, as aplicações em sala de aula consideram os alunos como mapeadores, os quais representam seu entendimento conceitual sobre o tema estudado (*e.g.*, CORREIA e NARDI, 2019; CORREIA *et al.*, 2010; HAY, KINCHIN e LYGO-BAKER, 2008; KINCHIN, 2020; NOVAK, 2002). O professor, que geralmente é o responsável por fazer comentários e dar uma pontuação, avalia a representação de conhecimento produzida pelos alunos.

John McClure, Brian Sonak e Hoi Suen (1999) publicaram um trabalho relevante para discutir aspectos relacionados à praticidade operacional, que dificulta o uso de mapas nas condições usuais de funcionamento das salas de aula. O professor sobrecarregado com diversas tarefas e múltiplas turmas tem pouco tempo disponível para desenvolver atividades onde os alunos atuam como mapeadores. Como consequência, ele não consegue diversificar suas atividades avaliativas. A tabela 2 compara a praticidade de atividades usando mapas conceituais e destaca a maior facilidade de implementação dos MCE, que podem ser úteis para introduzir e disseminar o mapeamento conceitual na rotina dos professores.

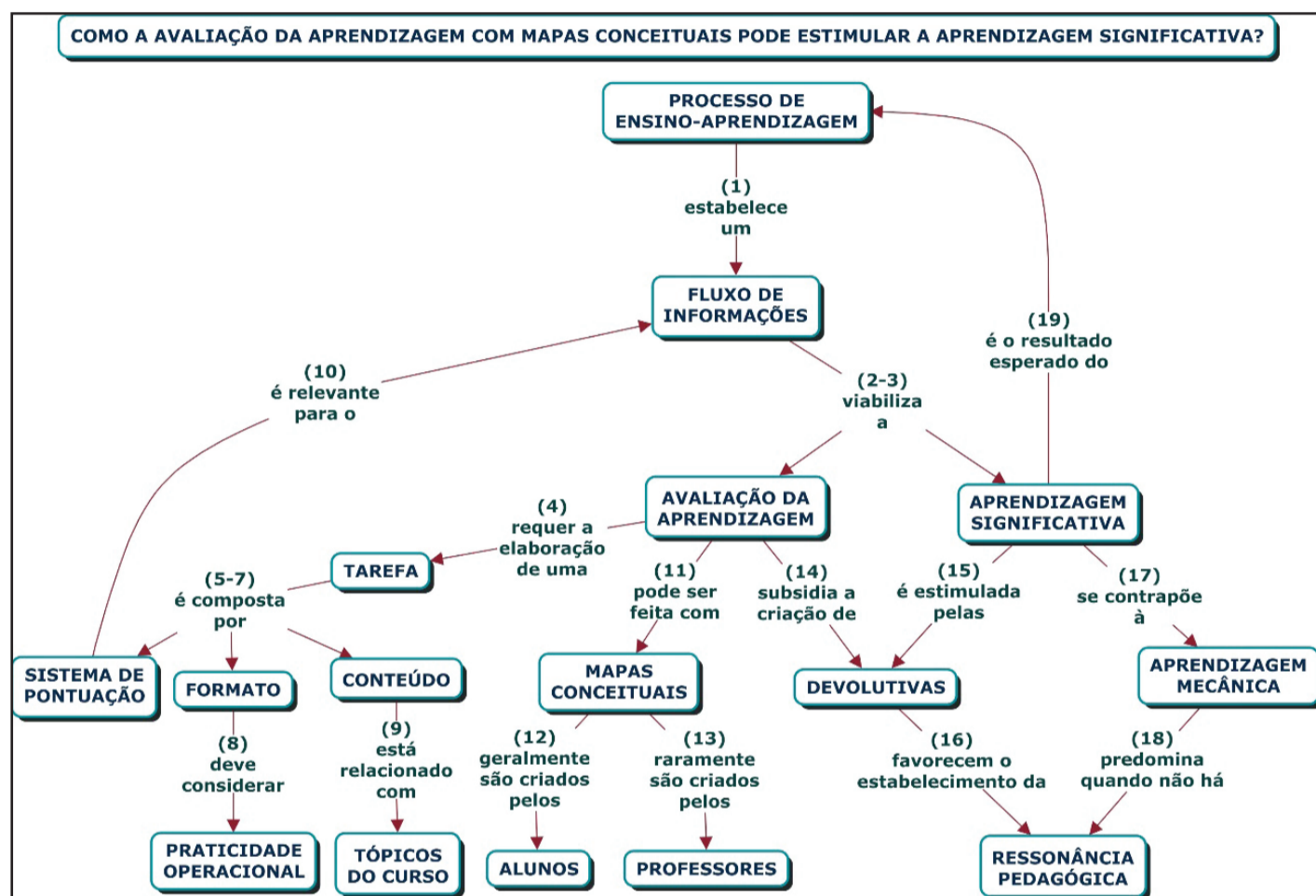
Tabela 2 – Praticidade das atividades de avaliação da aprendizagem quando alunos e professor são mapeadores.

Aspectos da praticidade operacional	Quem é o mapeador?	
	Alunos	Professor (MCE)
Tempo para treinamento na técnica de mapeamento conceitual	<u>Alto</u> Os mapas somente refletem a estrutura de conhecimento do aluno quando eles sabem a técnica de mapeamento.	<u>Baixo</u> Somente o professor precisa saber construir mapas conceituais (AGUIAR; CORREIA, 2013). O treino dos alunos se limita à leitura dos mapas.
Tempo para realizar a tarefa avaliativa	<u>Alto</u> Criar bons mapas requer tempo para selecionar os conceitos que respondem à pergunta focal, organizá-los, tornar clara e correta as proposições (AGUIAR; CORREIA, 2013).	<u>Baixo</u> O professor preparar o mapa antes da aula e inclui alguns erros conceituais intencionalmente. Os alunos precisam identificar os erros e explicá-los brevemente.
Tempo para avaliar o conhecimento do aluno	<u>Alto</u> Cada mapa elaborado pelos alunos tem que ser lido e avaliado pelo professor através de um processo comparativo, pois não há nenhum gabarito predefinido para orientar esse processo.	<u>Baixo</u> Os erros conceituais incluídos pelo professor geram um gabarito, tornando a avaliação das respostas do aluno mais rápida e fácil. A devolutiva imediata pode potencializar a ressonância pedagógica.



A figura 2 apresenta uma síntese dos argumentos que justificam o desenvolvimento de atividades de avaliação diagnóstica dos alunos a partir de mapas conceituais elaborados pelo professor. A inclusão de erros, gerando os MCE, viabilizam a aplicação e a correção da atividade em poucos minutos. Essa escala de tempo é compatível com as dinâmicas de sala de aula, o que pode facilitar a inclusão do mapeamento conceitual como mais uma possibilidade no repertório metodológico dos professores.

Figura 2 – Mapa conceitual que organiza os principais argumentos que justificam o uso dos MCE nas atividades de avaliação da aprendizagem.

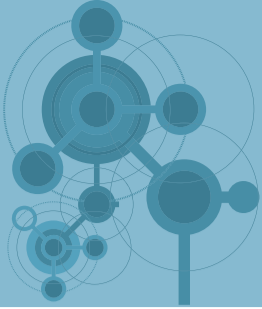


CRIANDO E USANDO UM MAPA CONCEITUAL COM ERROS

O professor interessado em criar um MCE pode usar o roteiro descrito a seguir.

- Revisar os materiais de ensino (textos, vídeos, slides, etc.) que abordam o conteúdo a ser considerado na avaliação;
- Listar os conceitos mais importantes de cada material;
- Organizar hierarquicamente os conceitos, começando por aqueles mais gerais (ficam na parte superior do mapa) até os mais específicos (se localizam na parte inferior do mapa);
- Estabelecer as proposições unindo pares de conceitos e criando termos de ligação semanticamente claros e corretos. Recomenda-se o uso de verbo no termo de ligação para que a relação conceitual seja expressa com a devida clareza (AGUIAR e CORREIA, 2013; CORREIA *et al.*, 2016);
- Ler e revisar a rede proposicional do mapa para corrigir eventuais erros ortográficos, semânticos e imprecisões do conteúdo;
- Escolher a melhor pergunta focal respondida pelo mapa conceitual.
- Selecionar as proposições a serem modificadas para incluir os erros intencionalmente e criar o MCE.

Esse roteiro indica uma forma eficiente para produzir mapas conceituais a partir dos conteúdos da disciplina para, em seguida, fazer a inclusão intencional dos erros. É importante que o professor conheça bem os materiais de ensino e tenha

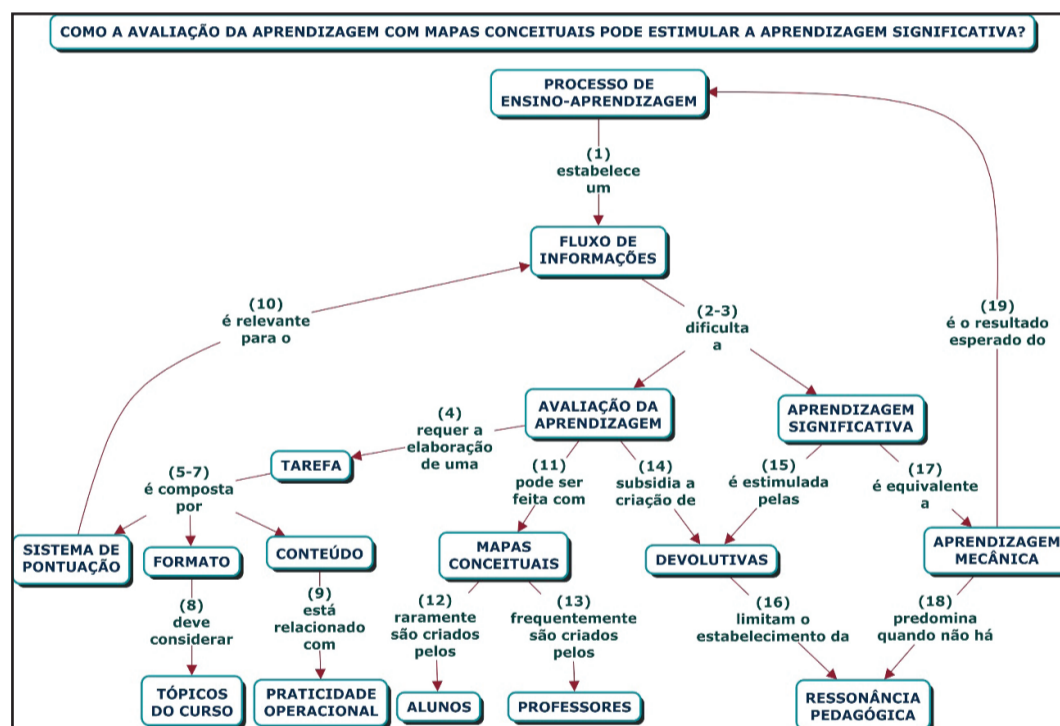


clareza sobre os conceitos mais difíceis do conteúdo, que podem representar obstáculos de aprendizagem para os alunos.

A formação acadêmica dos autores se concentra na área das Ciências Naturais e, portanto, não seria possível criar mapas conceituais a partir dos conteúdos de áreas próximas aos leitores deste periódico. Aliás, nossos conhecimentos na área de comunicação são similares aos dos alunos ingressantes que vocês recebem na graduação. Por esse motivo, optamos por fazer a discussão a seguir utilizando o mapa conceitual da Figura 2 como ponto de partida. Você está lendo o texto deste artigo e criando esquemas conceituais sobre o que já foi apresentado. Desta forma, há condições adequadas para que você perceba o efeito que a atividade baseada no MCE tem sobre os alunos.

A figura 3 apresenta um MCE criado a partir do mapa conceitual apresentado na figura 2. Você pode fazer uma leitura da rede proposicional para identificar os erros que foram incluídos. A atividade ficou facilitada porque você tem o mapa original para comparar e verificar as alterações que foram feitas. Por outro lado, imagine que os alunos só recebem o MCE e precisam identificar os erros para, em seguida, explicá-los brevemente. Tente, por alguns instantes, fazer essa atividade somente consultado o MCE. A continuação do texto vai apresentar detalhes dos erros incluídos. Portanto, espere um pouco para não conhecer as respostas antes de avaliar a sua aprendizagem.

Figura 3 – Mapa conceitual com erros intencionalmente adicionados para criar uma atividade de avaliação, a partir dos argumentos apresentados neste trabalho.



O MCE (figura 3) responde à seguinte pergunta focal “*Como a avaliação da aprendizagem com mapas conceituais pode estimular a aprendizagem significativa?*” Ele contém 16 conceitos e 19 proposições (vejam-se as setas numeradas), sendo que 9 delas estão incorretas (2, 3, 8, 9, 12, 13, 16, 17 e 19). Esse MCE pode ser impresso na frente de uma folha A4, juntamente com as instruções para o desenvolvimento da tarefa: identifiquem-se os erros existentes no mapa conceitual e expliquem-se os erros identificados. No verso da folha, pode ser adicionada uma tabela para que os alunos indiquem o número das proposições incorretas e suas explicações sobre os erros. A tabela 3 descreve as alterações que foram feitas, destacando o tipo de mudança e o conteúdo envolvido no MCE.

É importante destacar que mais de uma alteração foi utilizada para verificar entendimento dos conceitos *fluxo de informações* (proposições 2 e 3), *mapas conceituais* (proposições 12 e 13) e *aprendizagem mecânica* (proposições 17 e 19). Essa possibilidade ajuda o professor a identificar de forma clara quais são as lacunas conceituais que impedem os alunos de aprenderem significativamente os conteúdos da disciplina (CORREIA, AGUIAR e MOON, 2019; NOVAK, 2002). Na ausência de clareza conceitual, os alunos têm dificuldades de relacionar os seus conhecimentos prévios com o conteúdo ensinado. O resultado inevitável é a memorização de fórmulas e fatos isolados, que não se integram aos esquemas conceituais existentes. Em outras palavras, verifica-se a ocorrência da aprendizagem mecânica (CORREIA *et al.*, 2016; MOREIRA, 2010).

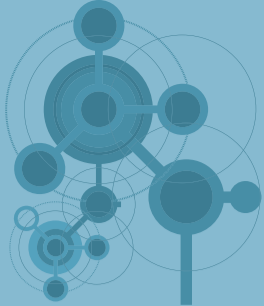


Tabela 3 – Detalhamento dos erros intencionalmente incluídos no MCE, com destaque para os comentários sobre o conteúdo envolvido.

Proposição	Componente alterado	Descrição da modificação	Conteúdo envolvido
2	Termo de ligação	O verbo viabilizar foi substituído por dificultar.	Conteúdo central relacionado com o fluxo de informações e seu papel no processo de avaliação de aprendizagem, que deve ser significativa.
3	Termo de ligação		
8	Conceito final	Os conceitos tópicos do curso e praticidade operacional foram trocados de posição.	Conteúdo periférico para verificar se a leitura foi atenta. Formato e conteúdo são facilmente relacionáveis com os conceitos trocados.
9	Conceito final		
12	Termo de ligação	Os advérbios frequentemente e raramente foram trocados de posição.	Conteúdo específico que aponta como os mapas conceituais são utilizados em sala de aula.
13	Termo de ligação		
16	Termo de ligação	O verbo favorecer foi substituído por limitar.	Conteúdo central que mostra a importância das devolutivas para a ressonância pedagógica.
17	Termo de ligação	A expressão se contrapõe a foi substituída por é equivalente a.	Conteúdo central que diferencia as aprendizagens significativa e mecânica. Elas são diferentes e somente a aprendizagem significativa é o resultado esperado quando o processo de ensino-aprendizagem é efetivo.
19	Conceito inicial	O conceito aprendizagem significativa foi substituído por aprendizagem mecânica.	

Ao usar o MCE, o professor tem condições de entregar devolutivas imediatas e personalizadas, de acordo com o desempenho de cada aluno na atividade. Além disso, ele pode utilizar o desempenho médio da turma e propor uma discussão geral em sala de aula logo após o término da atividade diagnóstica, ou ainda, no início da próxima aula, a fim de evitar que as lacunas conceituais detectadas persistam.

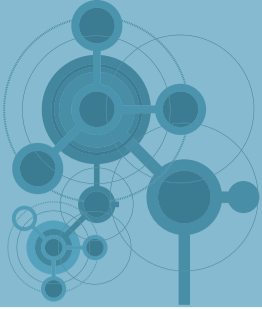
As devolutivas podem ser distribuídas pelo professor em sala de aula, usando a lousa ou slides. No caso da figura 3, a devolutiva poderia conter as seguintes informações.

- As proposições com erro são: 2, 3, 8, 9, 12, 13, 16, 17 e 19;
- Perguntas de revisão recomendadas aos alunos que não identificaram os erros incluídos pelo professor no MCE:
 - ✓ Proposições 2 e/ou 3: Como o fluxo de informações entre professor e aluno ocorre durante a avaliação da aprendizagem?
 - ✓ Proposições 8 e/ou 9: Quais são os componentes de uma tarefa que usa mapas conceituais?
 - ✓ Proposições 12 e/ou 13: Quais são os mapeadores predominantes nas atividades desenvolvidas em sala de aula?
 - ✓ Proposição 16: Como as devolutivas ajudam no estabelecimento do diálogo entre professor e aluno, visando a superação das lacunas conceituais?
 - ✓ Proposições 17 e/ou 19: Qual é o resultado esperado quando o processo de ensino-aprendizagem ocorre de forma eficiente?
- Veja-se quais erros não foram identificados e trabalhe-se novamente no conteúdo relacionado.

A identificação dos erros é parte da atividade de avaliação. A partir dela, a devolutiva é imediata e os alunos já conseguem decidir como proceder para revisar o que não foi compreendido adequadamente. As explicações sobre os erros identificados é um material adicional que também pode ser explorado pelo professor. Atividades em pequenos grupos permitem aos alunos identificar as explicações mais plausíveis para os erros do MCE. É comum encontrar alunos que identificam os erros, mas falham ao explicá-los por não conseguirem articular os argumentos conceituais necessários para formular uma resposta adequada. Nesses casos, a discussão em pequenos grupos é eficiente quando finalizada com os comentários do professor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os mapas conceituais estão em evidência porque eles permitem visualizar as estruturas de conhecimento que permeiam o processo de ensino-aprendizagem. Apesar de todas as vantagens descritas na literatura, as atividades baseadas nos mapas elaborados pelos alunos não são frequentemente exploradas em sala de aula, pois o tempo necessário para que os alunos criem seus mapas e para que os professores façam a correção é elevado demais.

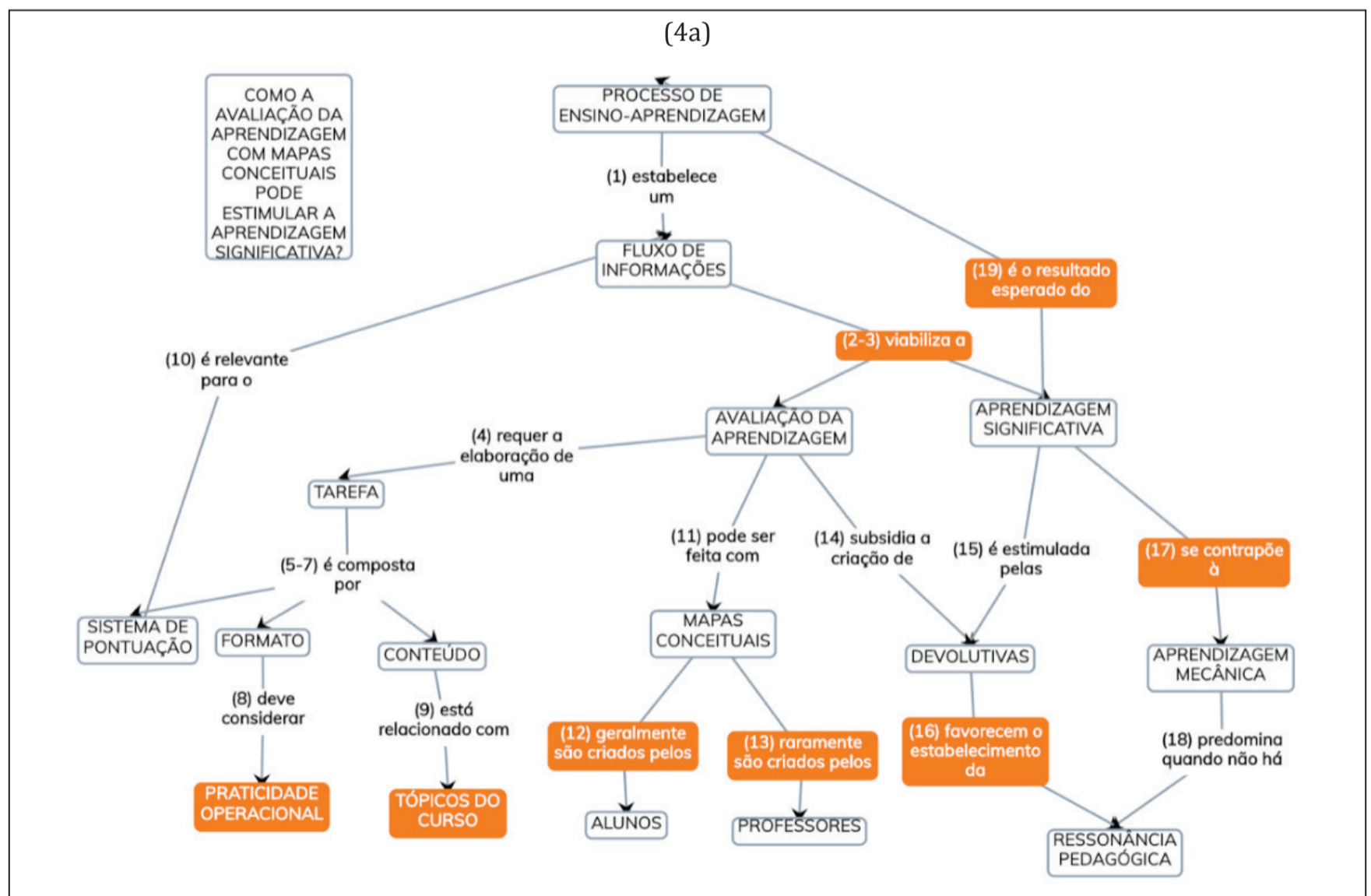


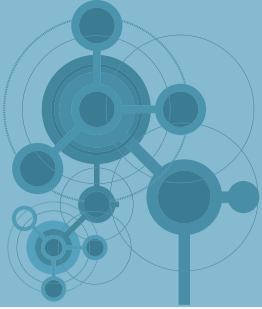
Os mapas feitos pelos professores oferecem um caminho mais seguro para que o mapeamento conceitual faça parte da rotina dos professores. Este trabalho apresentou um modelo de atividade avaliativa baseada no MCE, que pode ser aplicada em poucos minutos mesmo com um grupo numeroso de alunos. A correção é imediata, visto que o professor dispõe de um gabarito.

A inclusão de atividades com MCE em ambientes virtuais de aprendizagem também é possível e estende os benefícios apresentados. Nesse caso, o professor pode agendar as atividades e deixá-las disponíveis por um tempo pré-definido. Por exemplo, ele pode planejar com antecedência a avaliação diagnóstica sobre um tema que será tratado na metade do curso. Essa antecipação ajuda no planejamento das devolutivas, que são incluídas no sistema e distribuídas automaticamente quando o professor autorizar a correção da atividade. Os alunos, por sua vez, podem acessar a atividade remotamente no momento em que eles estiverem estudando os conteúdos da disciplina. Isso tudo contribui para o uso em larga escala das atividades avaliativas baseadas nos MCE.

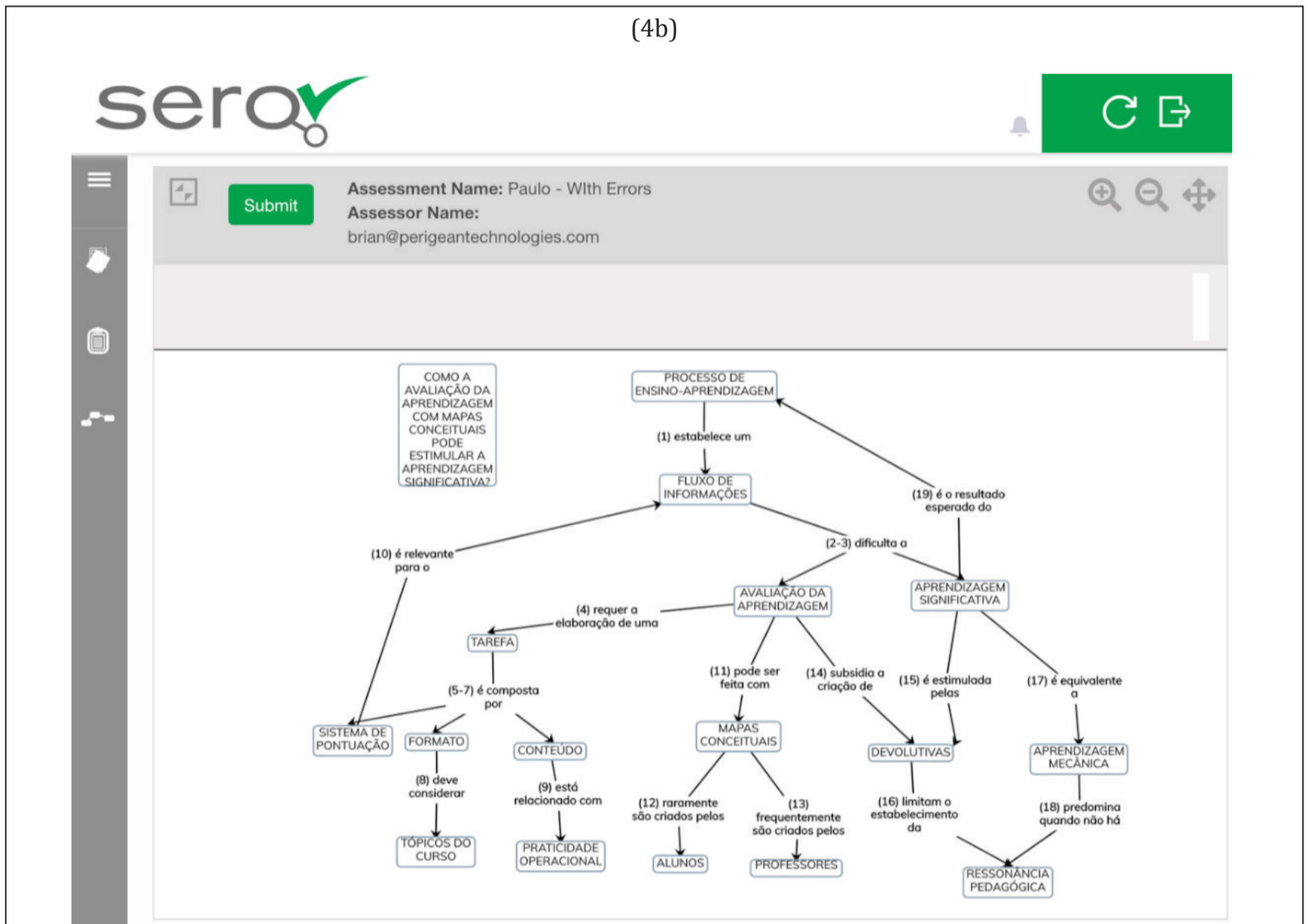
O próximo avanço tecnológico já se configura no horizonte. A plataforma Sero!, dedicada ao desenvolvimento de atividades de avaliação da aprendizagem usando mapas conceituais, está em desenvolvimento (MOON; RIZVI, 2017). O objetivo é criar uma ferramenta para atender uma iniciativa americana de grande porte (*advanced distributed learning, ADL*) que explora a tecnologia para criar ambientes de aprendizagem distribuídos. Os resultados iniciais são animadores. A figura 4 mostra o MCE deste trabalho inserido na plataforma Sero!.

Figura 4 – Atividade de avaliação da aprendizagem utilizando MCE inserida na plataforma Sero!, a partir da interface do (a) professor, com os erros destacados e (b) aluno, sem destaque para os erros.





(4b)



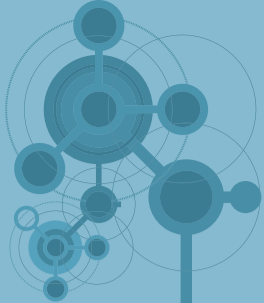
O desejo de modificar as nossas práticas pedagógicas não significa abandonar tudo o que fazemos atualmente para aderir aos modismos de forma acrítica. A aprendizagem centrada no aluno é uma abordagem promissora para modificar a dinâmica da sala de aula tradicional, mas é preciso lembrar que o professor continua a ser o organizador do ambiente de aprendizagem. Ele é quem define o conteúdo, os métodos de ensino e as estratégias de avaliação, ainda que considere as impressões dos seus alunos de alguma forma. A partir do MCE, é possível estabelecer uma série de atividades para estimular as interações entre alunos e entre professor-alunos, evitando que as lacunas conceituais detectadas persistam durante o processo de aprendizagem. Ao longo do tempo, esse tipo de dinâmica estimula a ressonância pedagógica e favorece a aprendizagem significativa. A memorização e o desinteresse abrem espaço para a busca pelo conhecimento, finalidade maior do ensino superior perante a sociedade.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Juliana Guilares de; CORREIA, Paulo Rogério Miranda. 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, p. 141-157, 2013.

ARAÚJO, Ulisses F.; SASTRE, Genoveva (orgs.). *Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior*. São Paulo, SP: Summus, 2009.

AUSUBEL, David P. *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Netherlands: Dordrecht (Netherlands): Kluwer Academic Publishers, 2000.



CORREIA, Paulo Rogério Miranda; VALLE, Bruno Xavier do; DAZZANI, Melissa; INFANTE-MALACHIAS, Maria Elena. The importance of scientific literacy in fostering education for sustainability: theoretical considerations and preliminary findings from a Brazilian experience. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, n. 7, p. 678-685, 2010.

CORREIA, Paulo Rogério Miranda. The use of concept maps for knowledge management: from classrooms to research labs. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, v. 402, n. 6, p. 1979-1986, 2012.

CORREIA, Paulo Rogério Miranda; CORDEIRO, Gislaine Banchetti; CICUTO, Camila Aparecida Tolentino; JUNQUEIRA, Patrícia Grandino. Nova abordagem para identificar conexões disciplinares usando mapas conceituais: em busca da interdisciplinaridade no ensino superior. *Ciência & Educação*, v. 20, n. 2, p. 467-479, 2014.

CORREIA, Paulo Rogério Miranda; CABRAL, Gisele C. P.; AGUIAR, Joana Guilaes de. Cmaps with error: why not? Comparing two Cmap-based assessment tasks to evaluate conceptual understanding. In: CAÑAS, Alberto J.; REISKA, Pritt; NOVAK, Joseph D. (eds.). Innovating with concept mapping. CMC 2016. *Communications in Computer and Information Science*, v. 638, p. 1-15, Cham, Suíça, Springer, 2016.

CORREIA, Paulo Rogério Miranda; AGUIAR, Joana Guilaes de; VIANA, Anderson Dias; CABRAL, Gisele C. P. Por que vale a pena usar mapas conceituais no ensino superior? *Revista de Graduação da USP*, v. 1, n. 1, p. 41-51, 2016.

CORREIA, Paulo Rogério Miranda; NARDI, Adriano. O que revelam os mapas conceituais dos meus alunos? Avaliando o conhecimento declarativo sobre a evolução do universo. *Ciência & Educação*, v. 25, n. 3, p. 685-704, 2019.

CORREIA, Paulo Rogério Miranda; AGUIAR, Joana Guilaes de; MOON, Brian. Using concept maps with errors to identify misconceptions: the role of instructional design to create large-scale on-line solutions. In: ETKIND, Masha; SHAFRIR, Uri (eds.). *Pedagogy for conceptual thinking and meaning equivalence: emerging research and opportunities*. Hershey, PA: IGI Global, 2019. p. 117-134

DAVIES, Martin. Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences and do they matter? *Higher Education*, v. 62, n. 3, p. 279-301, 2011.

HAY, David B.; KINCHIN, Ian M.; LYGO-BAKER, Simon. Making learning visible: the role of concept mapping in higher education. *Studies in Higher Education*, v. 33, n. 3, p. 295-311, 2008.

KINCHIN, Ian M. A 'species identification' approach to concept mapping in the classroom. *Journal of Biological Education*, v. 54, n. 1, p. 108-114, 2020.

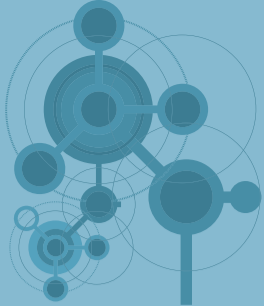
KINCHIN, Ian M.; LYGO-BAKER, Simon; HAY, David B. Universities as centres of non-learning. *Studies in Higher Education*, v. 33, n. 1, p. 89-103, 2008.

IFENTHALER, Dirk; HANEWALD, Ria (orgs.). *Digital knowledge maps in education: technology-enhanced support for teachers and learners*. Nova York, NY: Springer, 2014.

LUCKESI, Cipriano Carlos. *Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições*. São Paulo, SP: Cortez, 1999.

McLURE, John R.; SONAK, Brian; SUEN, Hoi K. Concept map assessment of classroom learning: reliability, validity, and logistical practicality. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 36, n. 4, p. 475-492, 1999.

MOON, Brian; HOFFMAN, Robert R.; NOVAK, Joseph; CAÑAS, Alberto J. (orgs.). *Applied concept mapping: capturing, analyzing, and organizing knowledge*. Boca Ratón, FL: CRC Press, 2011.



MOON, Brian; RIZVI, Sana. Sero! A learning assessment platform for adult learning environments. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, v. 596, p. 12-21, Cham, Suíça, Springer, 2017.

MOREIRA, Marco A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo, SP: Centauro, 2010.

NATIONAL ASSESSMENT GOVERNING BOARD. *Science Framework for the 2015 National Assessment of Educational Progress*. Washington, DC: US Government Printing Office, 2014.

NOVAK, Joseph D. Meaningful learning: the essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, v. 86, n. 4, p. 548-571, 2002.

NOVAK, Joseph D. *Learning, creating and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. New York, NY: Routledge, 2010.

RUIZ-PRIMO, Maria Araceli; SHAVELSON, Richard J. Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 33, n. 6, p. 569-600, 1996.

SOIKA, Katrin; REISKA, Pritt. Using concept mapping for assessment in science education. *Journal of Baltic Science Education*, v. 13, n. 5, p. 662-673, 2014.

TORRES, Patricia Lupion; MARRIOTT, Rita de Cássia Veiga (orgs.). *Handbook of research on collaborative learning using concept mapping*. Hershey, PA: IGI Global, 2010.

WRIGHT, Gloria Brown. Student-centered learning in higher education. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, v. 23, n. 3, p. 92-97, 2011.

Artigo recebido em 20.03.2020 e aprovado em 05.04.2020.