

# Análise de vizinhança de mapas conceituais a partir do uso de múltiplos conceitos obrigatórios

Neighborhood analysis of concept maps from the use of multiple compulsory concepts

*Camila Aparecida Tolentino Cicuto<sup>1</sup>*

*Bianca Dazzani<sup>2</sup>*

*Paulo Rogério Miranda Correia<sup>3</sup>*

*Silvia Luzia Frateschi Trivelato<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, USP.

<sup>2</sup> Instituto de Biociências, USP.

<sup>3</sup> Escola de Artes, Ciências e Humanidades, USP.

<sup>4</sup> Faculdade de Educação, USP.

*prmc@usp.br*

## Resumo

Os mapas conceituais (MCs) são úteis para representar o conhecimento dos alunos e promover a aprendizagem significativa. O presente trabalho tem como objetivo propor a análise de vizinhança (AViz) como procedimento inovador de análise de MCs, a fim de comparar um conjunto de MCs elaborados a partir de um mesmo assunto e de quatro conceitos obrigatórios (COs). Os MCs foram obtidos em sala de aula durante a atividade de ensino em um colégio particular da região metropolitana de São Paulo. Os resultados confirmaram a possibilidade de obter informações relevantes de MCs depois de analisar as proposições estabelecidas entre os conceitos obrigatórios (oxigênio, hemácias, células e nutrientes,) e os conceitos vizinhos (CVs). Apesar de os resultados se relacionarem com o ensino de biologia, a AViz pode ser útil para analisar MCs de qualquer área do conhecimento.

**Palavras-chave:** análise de vizinhança, biologia, conceito obrigatório, conceito vizinho, mapas conceituais.

## Abstract

Concept maps (CMs) are useful to represent students' knowledge and promote meaningful learning. This work presents the Neighborhood Analysis (NeAn) as an innovative way of analyze CMs about a same subject, using four compulsory concepts (CCs). The MCs were obtained during teaching activities carried out in a private school in São Paulo's metropolitan region. Results confirmed the possibility of obtaining relevant information from CMs after

assessing the propositions involving CCs (oxygen, erythrocytes, cells and nutrients,) and neighbor concepts (NCs). In spite of being related to a biological subject, the NeAn can be useful to analyze CMs in any knowledge field.

**Keywords:** biology, concept maps, neighborhood analysis, compulsory concept, neighbor concept.

## Introdução

As pesquisas envolvendo o mapeamento conceitual foram iniciadas em 1972 pelo grupo de pesquisa do Dr. Joseph D. Novak na Universidade de Cornell. Os mapas conceituais (MCs) ganharam destaque, sendo utilizados na comunidade educativa como instrumentos de avaliação. No início, os MCs eram desenhados a mão, o que dificultava que fossem redesenhados. A colaboração entre Novak e Canãs permitiu o desenvolvimento de softwares para ampliar o uso dos MCs, que posteriormente evoluíram para CmapTools (<http://cmap.ihmc.us/>). O desenvolvimento deste programa pode ser considerado como o fato responsável pela ampliação das possibilidades de uso do mapeamento conceitual (NOVAK e MUSONDA, 1991).

Além do CmapTools outro fator que corroborou para a divulgação do MCs foi a criação das Conferências Internacionais sobre mapas conceituais (CMC), no ano de 2004, contribuindo para o crescimento do uso da técnica e suas aplicações; desde então, a comunidade científica dedicada ao tema se reúne a cada dois anos (NOVAK e MUSONDA, 1991).

Os mapas conceituais são representações gráficas bidimensionais da estrutura cognitiva do mapeador. As proposições, estruturas fundamentais dos MCs, são formadas pela união de dois conceitos por meio de um termo de ligação expressando a relação estabelecida entre eles (Equação 1). A inclusão de um termo de ligação é o principal diferencial dos MCs, propiciando detectar rapidamente estruturas hierárquicas inapropriadas ou limitadas (LIPHs, do inglês Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies) (NOVAK, 2002; 2010).

**Proposição = Conceito inicial + termo de ligação + conceito final** **Equação (1)**

Os MCs têm sido frequentemente pesquisados na área de educação e, embora sejam às vezes confundidos com simples esquemas ou diagramas organizacionais, são instrumentos que podem levar a modificações na maneira de ensinar, avaliar e aprender (NOVAK, 2002; 2010). Deve-se ressaltar que o mapeamento conceitual no âmbito educacional é frequentemente utilizado para fazer o levantamento das concepções prévias (antes de uma situação de aprendizagem) e para verificar as relações conceituais dos alunos (após uma situação de aprendizagem).

## Análise de vizinhança

A análise de vizinhança (AViz) é uma forma inovadora de utilizar o mapeamento conceitual para analisar comparativamente um conjunto de MCs sobre um mesmo assunto (CICUTO e CORREIA, 2011). A estratégia instrucional que subjaz à AViz consiste em exigir que o mapeador utilize o conceito obrigatório (CO) ao elaborar um MC (Figura 1). Quando o CO é selecionado criteriosamente pelo professor, o esforço cognitivo imposto aos alunos é mais sofisticado do que aquele usualmente necessário para obter bom desempenho em provas convencionais (KRATHWOHL, 2002).

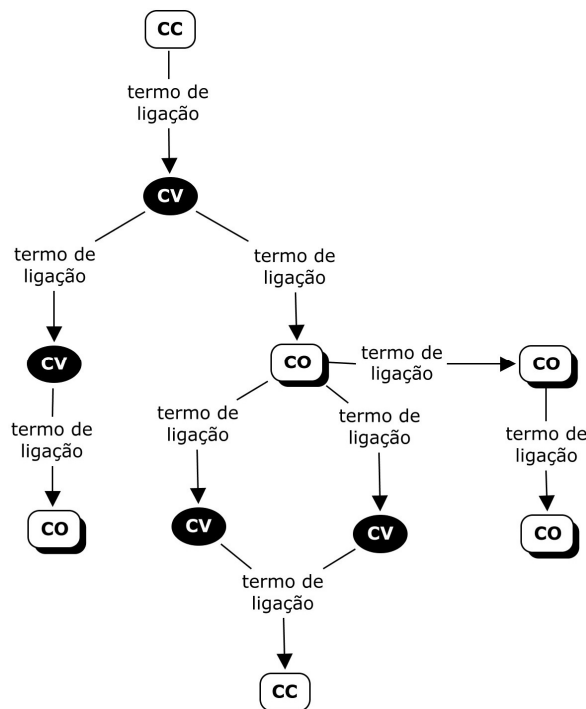


Figura 1. Classificação dos conceitos de um MC para a análise de vizinhança (AViz): conceito obrigatório (CO, retângulo sombreado); conceito vizinho (CV, círculo preto); conceito complementar (CC, retângulo sem sombra).

A AViz utiliza o CO como ponto privilegiado para analisar as proposições do MC. A partir do CO, todos os conceitos utilizados são classificados em conceitos vizinhos (CVs), os quais estão diretamente relacionados ao CO, ou conceitos complementares (CCs), os quais não estão diretamente relacionados ao CO. Na AViz também é possível a utilização de múltiplos COs, caso que pode ser útil para verificação de relações fundamentais entre conceitos.

O presente trabalho tem como objetivo propor a análise de vizinhança (AViz), a fim de comparar um conjunto de MCs elaborados a partir de uma atividade de ensino sobre transporte de nutrientes para as células e de quatro conceitos obrigatórios (COs), estes foram: oxigênio, hemácias, células e nutrientes.

## Coleta de dados

A atividade de ensino foi realizada em um colégio particular da região metropolitana de São Paulo com 39 alunos, divididos em cinco grupos, durante três aulas de cinquenta (50) minutos cada uma em um mesmo dia. Antes da realização das atividades, os alunos passaram pelo processo de capacitação para a elaboração de MCs (CORREIA, INFANTE-MALACHIAS e GODOY, 2008). A atividade foi dividida em três etapas (Figura 2). A Etapa 1 da atividade consistiu em leitura de textos sobre o sistema digestório, sistema circulatório e sistema respiratório do corpo humano e obtenção de energia pela célula (KAPIT, MACEY e MEISAMI, 2004). Depois houve discussão sobre os textos lidos (Etapa 2); e a finalização com a construção de um MC sobre o tema, relacionando os conceitos trabalhados (Etapa 3).

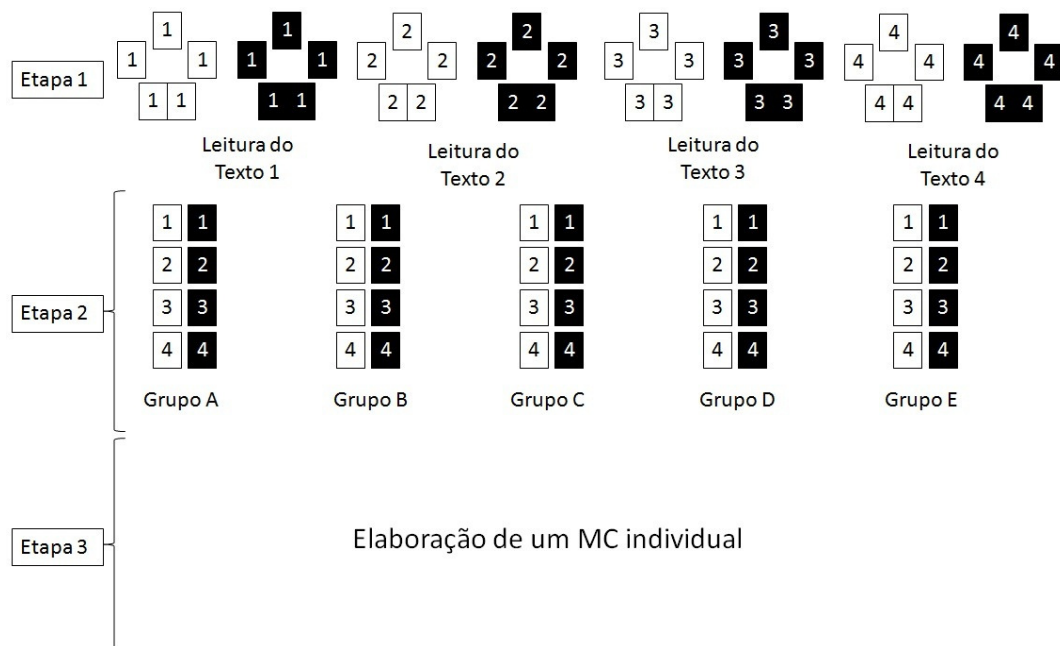


Figura 2. Etapas da atividade de ensino sobre obtenção de energia pela célula.

Na Etapa 1 da atividade de ensino os alunos foram divididos em oito grupos de cinco pessoas cada. Havia dois grupos de número 1 (grupo 1 preto e grupo 1 branco); dois grupos de número 2 (grupo 2 preto e grupo 2 branco); dois grupos de número 3 (grupo 3 preto e grupo 3 branco); e dois grupos de número 4 (grupo 4 preto e grupo 4 branco). Os dois grupos de número 1 leram o texto sobre o sistema digestório; os dois grupos de número 2 leram o texto sobre sistema respiratório; os dois grupos de número 3 leram o texto sobre sistema circulatório; e os dois grupos de número 4 leram o texto sobre produção de energia pela célula.

A Etapa 2 da atividade foi realizada na segunda aula disponibilizada para o assunto. Nesta aula, os alunos foram reorganizados, em novos grupos. Formaram-se cinco grupos (A, B, C, D e E) de oito alunos cada um, segundo padrão predeterminado: no grupo A havia um aluno proveniente do grupo 1 preto, um do grupo 1 branco, um do grupo 2 preto, um do grupo 2 branco, um do grupo 3 preto, um do grupo 3 branco, um do grupo 4 preto e um do grupo 4 branco. O mesmo padrão foi utilizado para formar os grupos B, C, D e E. Como havia um aluno faltante no dia da atividade de ensino, o grupo E só possuía um aluno a menos, que leu o texto 4. Nessa etapa, os alunos explicaram o texto lido na Etapa 1 do trabalho baseados nos aspectos discutidos e nas anotações realizadas entre si.

Na Etapa 3 da atividade foi realizada discussão aberta com os alunos para solucionar todas as dúvidas remanescentes sobre o tema. Em seguida, propôs-se que os alunos elaborassem um MC individual, já que já haviam tido aulas sobre a construção de mapas durante o semestre, relacionando os conceitos trabalhados a fim de verificar se houve completo entendimento das relações entre os sistemas estudados e também se haviam compreendido que a função das hemácias é transportar oxigênio e gás carbônico e não nutrientes. Na Etapa 3, três alunos não fizeram o MC, assim o número total de mapas foi 36.

A pergunta focal que deveriam responder com a elaboração do mapa conceitual era: *Como os nutrientes e o oxigênio chegam à célula?* Para a elaboração desse mapa, foram fornecidos quatro conceitos obrigatórios (COs), que deveriam estar destacados no mapa: célula (CO1), nutrientes (CO2), oxigênio (CO3) e hemácias (CO4), e os estudantes deveriam completar esse mapa com um total de nove conceitos.

## Tratamento de dados

### Análise de vizinhança

#### Análise dos conceitos

Todos os MCs (n=36) foram analisados, considerando-se apenas as proposições (n=235) que continham CO. Essa etapa da análise teve como objetivo identificar quais foram os conceitos ligados com maior frequência a cada CO. Para isso, utilizou-se a nuvem de palavras criadas pelo programa Wordle (wordle.net), que representa com letras maiores as palavras (conceitos) mais frequentes (VIÉGAS, WATTENBERG e FEINBERG, 2009).

#### Análise das proposições

As proposições (n=235) que utilizaram CO foram categorizadas a partir do conteúdo semântico. Para isso, uma planilha contendo todas as proposições foi elaborada para que três pessoas do nosso grupo de pesquisa sugerissem potenciais categorias para agrupar as proposições de acordo com a semelhança em termos do conteúdo da mensagem (Quadro 1). Após essa etapa, os categorizadores desenvolveram um conjunto consensual e negociado de categorias, utilizado para categorizar as proposições (CORREIA et al., 2010).

Quadro 1. Organização das proposições que contêm CO para o processo de categorização em termos de conteúdo semântico. As proposições (P) indicadas foram extraídas do MC apresentado na Figura 3.

P	Conceito inicial	Termo de ligação	Conceito Final	Cat1	Cat2	Cat3
1	alimentos	são fontes de	nutrientes			
2	nutrientes	são importantes para a obtenção de	energia			
3	energia	é fundamental para o funcionamento das	células			
4	nutrientes	são transportados livremente pelo	sangue			
5	sangue	contém	nutrientes			
6	sangue	contém	oxigênio			
7	sangue	contém	hemácias			
8	oxigênio	é/são importantes para a obtenção de	energia			
9	oxigênio	é transportado pelas	hemácias			
10	oxigênio	é obtido a partir do	sistema respiratório			

## Resultados e discussão

### A escolha dos conceitos obrigatórios

Para que a AViz revele o entendimento que os mapeadores têm sobre o tema, é necessário que o(s) CO(s) seja(m) escolhido(s) criteriosamente. O professor é a melhor pessoa para selecionar o(s) CO(s), visto que tem a responsabilidade de selecionar o conteúdo, o material instrucional e o método de ensino a ser utilizados durante as aulas. Baseado nesses aspectos, os autores deste trabalho elaboraram um MC com o propósito de identificar os conceitos importantes para saber como os nutrientes e o oxigênio chegam à célula, uma vez que o objetivo da atividade era identificar concepções dos alunos sobre obtenção de energia pela célula. Assim, optou-se por utilizar os conceitos célula, nutrientes, oxigênio e hemácias como COs (Figura 3).

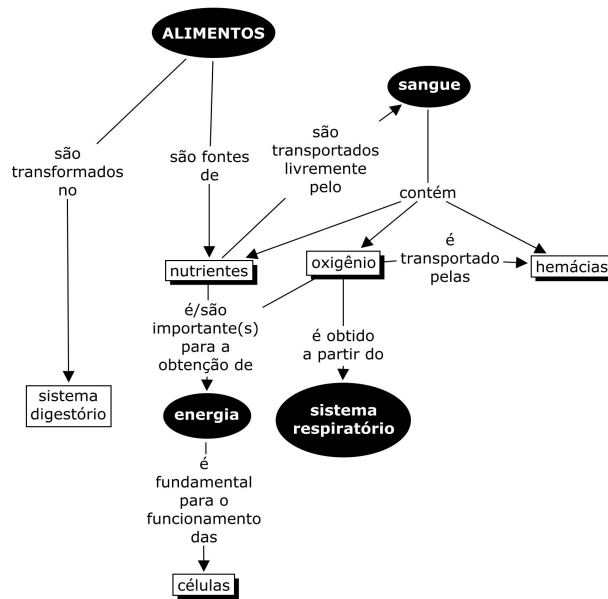


Figura 3. MC elaborado pelos autores deste artigo para selecionar os COs. Legenda: célula, nutrientes, oxigênio e hemácias (COs, retângulos sombreados); conceitos vizinhos (CVs, círculos pretos); conceitos complementares (CCs, retângulos sem sombra).

A partir dessa decisão, as opções instrucionais da responsável pela aplicação das atividades (B.D.) foram feitas para enfatizar as relações conceituais.

### Análise dos conceitos

A frequência dos conceitos utilizados nas proposições que contêm os COs (CO1-CO4) foi estimada usando a nuvem de palavras obtida em Wordle (Figura 4). O objetivo foi identificar quais os conceitos ligados com maior frequência a cada CO. Os conceitos mais frequentes estão em fontes grandes, enquanto os menos frequentes estão em fontes pequenas. Deve-se ressaltar que os conceitos frequentes nem sempre foram utilizados pelos alunos para expressar ideias corretas pelo entendimento científico sobre nutrição.



Figura 4. Nuvens de palavras obtidas para todos os conceitos ligados aos COs utilizados pelos alunos (wordle.net): CO1 (células), CO2 (nutrientes), CO3 (oxigênio), CO4 (hemácias)

Os conceitos mais frequentes para CO1 (células) foram: nutrientes, oxigênio e energia. Deve-se ressaltar que os dois primeiros conceitos (nutrientes e oxigênio) são COs e o terceiro (energia) é CV. No caso de CO2 (nutrientes), os conceitos mais frequentes foram: sangue, alimentos e célula(s); neste caso, somente célula(s) são CO, havendo predomínio de CVs. Para CO3 (oxigênio), o conceito mais frequente foi hemácias, que por sua vez é um CO. Já para CO4 (hemácias), os conceitos mais frequentes foram sangue (CV) e oxigênio (CO).

Todos os conceitos presentes na nuvem de palavras são relevantes para responder à pergunta focal do MC. Por outro lado, somente com o processo de categorização foi possível verificar se os alunos compreenderam de forma adequada as relações entre esses conceitos científicos. Uma vantagem associada ao uso do mapeamento conceitual é a possibilidade de identificar as LIPs, lembrando sempre que um bom MC pode apresentar imprecisões conceituais passíveis de revisão (NOVAK, 2002).

### **Análise das proposições**

A categorização foi realizada somente para as proposições que apresentavam CO (células, nutrientes, oxigênio e hemácias). O objetivo da análise foi verificar o conteúdo semântico das proposições, classificando-as em categorias identificando erros conceituais e falta de clareza nas relações estabelecidas. A categorização teve como objetivo identificar as relações de acordo com a abordagem utilizada, que valorizou as relações mútuas entre o sistema digestório, sistema circulatório, sistema respiratório e obtenção de energia pela célula. O uso dos COs impôs aos alunos o desafio de estabelecer relações entre os COs para responder à pergunta focal *Como os nutrientes e o oxigênio chegam à célula?* Na Tabela 1, vê-se resultado do processo de categorização.

Tabela 1. Resultado do processo de categorização do conteúdo semântico das proposições elaboradas pelos alunos em função das relações estabelecidas entre CO-CO e CO-CV e também da identificação de proposições com erros conceituais e sem sentido.

	<b>Categorias</b>	<b>Número de proposições</b>
1	CO1-CO2	18
2	CO1-CO3	20
3	CO1-CO4	3
4	CO1-CV	16
5	CO2-CO3	1
6	CO2-CO4	0
7	CO2-CV	50
8	CO3-CO4	30
9	CO3-CV	29
10	CO4-CV	24
11	Sem sentido	25
12	Erro conceitual	19

Duas categorias de análise (*sem sentido* e *erro conceitual*) foram definidas *a priori* (Tabela 1). A categoria *sem sentido* identifica as proposições que não apresentam clareza semântica devido à não compreensão pela leitura, por conta da má escolha do termo de ligação (ex.: nutrientes—e→oxigênio). A categoria *erro conceitual* tem como objetivo classificar as proposições em que o CO foi utilizados inadequadamente (ex.: nutrientes—contém→sangue).

A Tabela 1 mostra que a categoria predominante foi a que apresentava relações estabelecidas entre nutrientes (CO2) e conceitos vizinhos (CVs). Os CVs ligados predominantemente ao

CO2 foram: sangue e alimentos (Figura 4). Não foram estabelecidas relações entre os conceitos nutrientes e hemácias (CO2-CO4). Também é possível identificar baixo número de proposições que apresentassem relações entre nutrientes e oxigênio (CO2-CO3) e células e hemácias (CO1-CO4). A análise das proposições indicou que mais de 80% do conjunto analisado se encaixou nas categorias relacionadas com boa compreensão do assunto, articulando COs e CVs (categorias 1-10). Observa-se que menos de 20% das proposições traziam *erro conceitual* e *sem sentido*, apresentando assim baixo índice de proposições com baixa clareza semântica.

## Mapas conceituais dos alunos

Com o objetivo de destacar as relações estabelecidas entre os COs (célula, nutrientes, oxigênio e hemácias), foram selecionados dois MCs produzidos pelos alunos para ilustrar os padrões típicos identificados com a AViz (Figura 5a e Figura 5b). Dois padrões chamaram de forma especial a atenção: MCs com ausência de relações entre os COs (Figura 5a) e MCs com relações entre COs (Figura 5b).

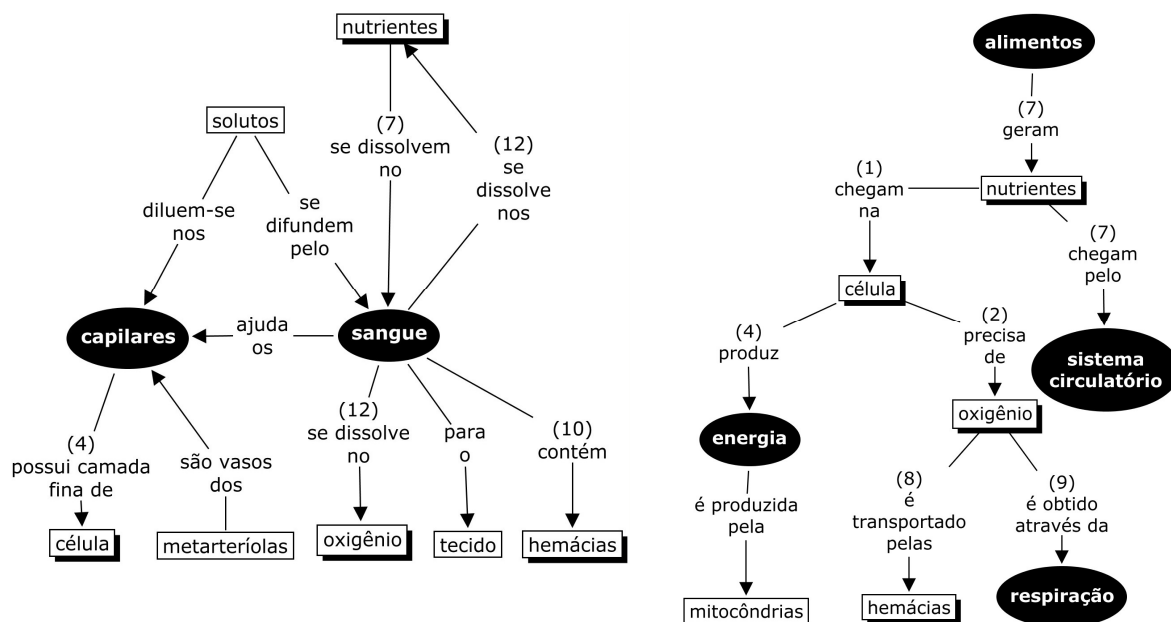


Figura 5a (esq.) e Figura 5b (dir.). MCs produzidos pelos alunos ilustrando dois padrões identificados. A numeração das proposições indica a classificação nas categorias estabelecidas para análise (Tabela 1). A Figura 5a (esq.) representa MC com ausência de relações entre os COs; e a Figura 5b (dir.) representa MC com relações entre COs.

Legenda: célula, nutrientes, oxigênio e hemácias, conceitos obrigatórios (COs, retângulo sombreado); conceitos vizinhos (CV, círculo preto); conceitos complementares (CC, retângulos sem sombra)

No MC da Figura 5a, o aluno não estabeleceu relações entre os conceitos obrigatórios (COs). É possível identificar com esse MC representativo que a ausência dessas relações contribuiu para que o aluno não respondesse à pergunta focal (*Como os nutrientes e o oxigênio chegam à célula?*). Este MC apresentou duas proposições na categoria 12 (erro conceitual), sugerindo que o aluno não compreendeu algumas relações estabelecidas (ex.: sangue – se dissolve no → oxigênio). Já a Figura 5b mostra que o aluno estabeleceu várias relações entre os COs, além de relações entre CO e CV, mostrando boa articulação entre os conceitos. Este MC ilustra

como o aluno relacionou os conceitos obrigatórios e vizinhos de forma adequada, ou seja, sem cometer erros conceituais e expressando claramente as ideias por meio de proposições.

Os MCs que apresentaram bom entendimento dos COs estão nas categorias de 1 a 10; a falta de clareza proposicional é verificada na categoria 11; e os erros conceituais são identificados na 12. A apreciação conjunta da Figura 5a e Figura 5b sugere que a ausência de relações entre os COs, quando estes são criteriosamente selecionados, é um indicador de que o aluno não respondeu à pergunta focal. Isso pode significar falta de entendimento conceitual do tema a ser mapeado.

## Considerações finais

A análise de vizinhança (AViz) é uma forma de analisar MCs elaborados durante o processo de ensino-aprendizagem. A seleção dos COs é a estratégia instrucional que fundamenta a AViz. Quando os COs são selecionados de forma criteriosa, as proposições estabelecidas entre COs e CVs revelam o nível de compreensão que o mapeador possui sobre o tema abordado. A identificação de relações conceituais ingênuas pode ser uma forma de o professor identificar estruturas hierárquicas limitadas ou inapropriadas (LIPs), permitindo uma orientação de estudo mais precisa para os alunos.

Este presente trabalho partiu da escolha de quatro conceitos obrigatórios, os quais foram criteriosamente selecionados para responder à pergunta focal. A escolha de múltiplos COs permite identificar alunos que tiveram dificuldade em responder à pergunta focal ou simplesmente não entenderam o que estava sendo perguntado. A utilização de COs impõe ao aluno a necessidade da articulação entre os conceitos, assim a ausência dessas relações pode ser facilmente identificada por meio da AViz.

A AViz é uma análise com grande potencial para identificação de relações estabelecidas entre conceitos. A ausência dessas relações é indicador da falta de entendimento conceitual do tema mapeado. A utilização dos procedimentos descritos também pode ser feita em situações disciplinares em diferentes níveis da educação formal.

## Agradecimentos

Os autores agradecem às agências de fomento à pesquisa que financiam nossos trabalhos (CAPES, CNPq e FAPESP) e aos alunos responsáveis pelos MCs apresentados na Figura 5a e Figura 5b.

## Referências

CICUTO, C. A. T.; CORREIA, P.R.M. Use of concept maps to follow up the effect of discussing atmosphere dynamics with satellite images. **Proceedings of the 14th Biennial Conference Earli 2011**, Exeter. Education for a Global Networked Society, 2011.

CORREIA, P.R.M.; INFANTE-MALACHIAS, M.E.; GODOY, C.E.C. From theory to practice: the foundations for training students to make collaborative concept maps. In CAÑAS, A.J.; NOVAK, J. D.; REISKA, P.; AHLBERG, M. K. (Eds.), **Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping**, Tallin, Estonia; Helsinki, Finlândia: OÜ Vali Press, 2008.

CORREIA, P. R. M.; VALLE, B. X.; DAZZANI, M.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. 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. 678-85, 2010.

KAPIT, Wynn; MACEY, Robert I.; MEISAMI, Esmail. **Fisiologia: um livro para colorir**. Roca. 2004.

KRATHWOHL, D. R. A Revision of Bloom's taxonomy: An Overview. **Theory into Practice**, v. 41, n. 4, p. 212, 2002.

NOVAK, J.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. 548-71, 2002.

\_\_\_\_\_. **Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations**, NY: Routledge, 2010.

NOVAK, J. D.; MUSONDA, D. A twelve-year longitudinal study of science concept learning. **American Educational Research Journal**, v. 28, n.1, p. 117-53, 1991.

VIÉGAS, F.B.; WATTENBERG, M.; FEINBERG, J. **Participatory visualization with Wordle**, **IEEE transactions on visualization and computer graphics**, v. 15, n. 6, p. 1137-44, 2009.