

Estudo sobre a estrutura gráfica dos mapas conceituais: em busca da aprendizagem significativa no ensino de ciências

Study on the concept map's graphical structure: in pursuit of meaningful learning in science education

Jones Gonçalves Mendes

Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP.
goncalvesmendes@hotmail.com.br

Camila Aparecida Tolentino Cicuto

Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP.
camilacicuto@usp.br

Paulo Rogério Miranda Correia

Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo (EACH/USP), São Paulo, SP.
prmc@usp.br

Resumo

Os mapas conceituais (MCs) são organizadores gráficos que promovem a aprendizagem significativa. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes estratégias para elaborar MCs. Para isso, apresentamos um estudo comparativo em que os alunos produziram MCs em 2 condições experimentais: MCNE (mapa conceitual não estruturado) e MCSE (mapa conceitual semiestruturado). Os resultados evidenciam que a condição MCSE apresentou um aumento da integração de conceitos quando comparados com a condição MCNE. Esse aumento revela a tentativa do aluno de buscar relações entre os conceitos selecionados. Isso pode ser explicado a partir da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, que destaca que novos conceitos são integrados em nossas estruturas cognitivas, em maior ou menor grau, dependendo do esforço que gastamos na busca de relações significativas entre eles.

Palavras chave: Aprendizagem Significativa, Análise Estrutural, Mapa Conceitual, Ensino de Ciências.

Abstract

Concept maps (CMs) are graphic organizers that promote meaningful learning. The aim of this study was to evaluate the effect of different strategies to prepare CMs. For this, we present a comparative study which students produced CMs in 2 experimental conditions: UCM (unstructured concept map) and HSCM (half-structured concept map). The results show

that the HSCM condition presented an increasing integration of concepts compared to the UCM condition. This increase reveals the students' attempt to seek relationships among the concepts. This may be explained from David Ausubel's learning theory, which stressed that new concepts are integrated in our cognitive structures, to a greater or lesser degree, depending on the effort we spend in search of meaningful relationships between them.

Key words: Meaningful Learning, Structural Analysis, Concept Map, Science Education.

Introdução

Os mapas conceituais (MCs) são organizadores gráficos que permitem a descrição explícita dos modelos mentais. Eles têm sido frequentemente utilizados na área de educação em ciências, embora sejam muitas vezes confundidos com simples esquemas ou diagramas. Os MCs são constituídos por proposições. Elas são formadas pela união de dois conceitos por meio de um termo de ligação, que descreve de forma clara a relação conceitual entre eles. A inclusão de um termo de ligação é o principal diferencial dos MCs quando comparado com outros organizadores gráficos porque permite explicar com precisão a relação entre os conceitos (NOVAK, 2010).

O mapeamento conceitual estimula a aprendizagem significativa, em detrimento da aprendizagem mecânica (AUSUBEL, 2000). A Teoria da Assimilação através da Aprendizagem e da Retenção Significativas foi proposta por David Ausubel. Ele descreve o processo de aprendizagem num *continuum* entre dois extremos, caracterizados pela aprendizagem significativa e mecânica (AUSUBEL, 2000). A aprendizagem pode ser considerada significativa se as relações entre a nova informação e os aspectos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de cada indivíduo forem estabelecidas de forma não arbitrária e não literal. Essa aprendizagem exige um esforço por parte do aluno para relacionar o que ele já sabe com as novas informações. A aprendizagem mecânica ocorre quando essas relações são estabelecidas de forma arbitrária e literal, ou seja, o aluno não tem que conferir sentido entre o que ele já sabe e a nova informação (NOVAK, 2010; AUSUBEL, 2000).

A criação de novos conhecimentos depende do esforço cognitivo que utilizamos na busca de relações significativas (AUSUBEL, 2000). A organização da estrutura cognitiva é necessária para que ocorra a aprendizagem significativa e, geralmente, leva a elaboração de MCs bem organizados. Nesse contexto, as demandas e restrições de uma tarefa podem ter implicações para a qualidade dos MCs e conseqüentemente para a ocorrência da aprendizagem significativa (CAÑAS e NOVAK, 2012).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da estrutura de MCs em um estudo comparativo com 2 condições experimentais (Figura 1): MCNE (mapa conceitual não estruturado) e MCSE (mapa conceitual semiestruturado).

A condição MCNE (Figura 1a) é elaborada com até 24 conceitos extraídos dos materiais instrucionais utilizados durante a fase de aprendizagem. Os alunos tem a possibilidade de rever todos os materiais, identificar os principais conceitos e integrá-los em uma rede proposicional significativa. Nesse caso, o aluno não tem restrições estruturais para a elaboração do MC. O principal objetivo da condição MCNE é que o aluno se prepare para a condição MCSE.

A condição MCSE (Figura 1b) é elaborado com 9 conceitos. O objetivo principal é promover um exercício de síntese para verificar como os alunos selecionam os conceitos mais

relevantes do seu MC anterior (o MC elaborado na MCNE é consultado durante a elaboração do MC da condição MCSE). A condição MCSE é inspirada no MC cíclico e as experiências com o pensamento dinâmico, descritos na literatura (DERBENTSEVA, SAFAYENI e CAÑAS, 2007). Ela restringe o número de conceitos utilizados durante a construção do MC, sem limitar a quantidade de proposições entre os conceitos.

(a)

Considere os materiais utilizados durante as aulas. Faça uma re(lei)tura dos textos, (re)veja os vídeos indicados, reflita sobre as nossas discussões e selecione os conceitos mais relevantes de cada aula (máximo 4 conceitos por material instrucional). Registre os conceitos no quadro a seguir. Você pode relacionar, no máximo, 24 conceitos diferentes.

Material instrucional A

A1
A2
A3
A4

Material instrucional B

B1
B2
B3
B4

Material instrucional C

C1
C2
C3
C4

Material instrucional D

D1
D2
D3
D4

Material instrucional E

E1
E2
E3
E4

Material instrucional F

F1
F2
F3
F4

O seu mapa conceitual poderá conter somente os conceitos relacionados nos quadros acima. Destaque os conceitos de um mesmo material instrucional utilizando uma mesma cor para as respectivas caixinhas coloridas. Estabeleça todas as proposições que lhe parecem ser interessantes, consultando qualquer material que você desejar. Quando seu mapa conceitual estiver poluído (cheio de flechas), faça um auto-layout (veja opções em “format/formatação” do CmapTools) e leia sua rede proposicional. Comece a pensar na pergunta focal que seu mapa conceitual responde (não se esqueça de declará-la). A partir disso, faça uma seleção criteriosa para manter somente as proposições mais relevantes. Para terminar, verifique se a pergunta focal e sua rede proposicional estão coerentes; caso contrário, faça ajustes numa e/ ou na outra. A versão final do seu mapa conceitual deverá ser elaborada no verso dessa folha.

(b)

PERGUNTA FOCAL & INSTRUÇÕES

Como o desenvolvimento científico-tecnológico se relaciona com as mudanças climáticas?

[1] O retângulo pontilhado indica o conceito inicial do mapa conceitual.

[2] “CRESCIMENTO POPULACIONAL” deve ser o conceito inicial do seu mapa conceitual.

[3] Numere as proposições, indicando a ordem de leitura.

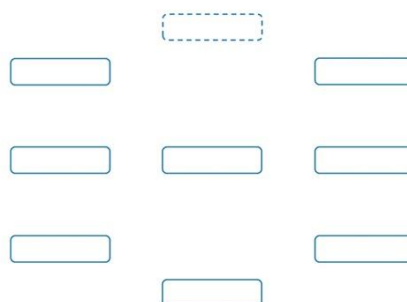


Figura 1. Instruções para elaboração dos MCs: (a) condição MCNE e (b) condição MCSE.

Análise estrutural de mapas conceituais

O mapeamento conceitual é útil para os professores avaliarem a compreensão conceitual dos alunos sobre o tema mapeado. A literatura apresenta uma abordagem qualitativa baseada na classificação de padrões na estrutura dos MCs como indicador da ocorrência de aprendizagem significativa ou mecânica (KINCHIN, HAY e ADAMS, 2000). Os padrões de estruturas de MCs são classificados em radial, linear e rede (Figura 2).

Segundo Kinchin et al. (2000), as estruturas radial (Figura 2a), linear (Figura 2b) e rede (Figura 2c) tem relação com o tipo de aprendizagem (significativa ou mecânica). A Figura 2a representa um MC radial. Nesse MC todas as proposições estão diretamente ligadas ao conceito central, mas não estão diretamente ligadas umas às outras. A Figura 2b representa um MC linear, o qual apresenta uma sequência de entendimento em que cada conceito só é ligado ao imediatamente anterior. Observa-se nesse tipo de MC que, embora exista uma

sequência lógica do começo ao fim, a natureza hierárquica implícita de muitas das ligações pode não ser válida. A Figura 2c representa um MC com uma rede altamente integrada e hierarquizada. A elaboração desse tipo de MC sugere a ocorrência de aprendizagem significativa, contudo o mesmo não se aplica aos outros tipos de estrutura (KINCHIN, HAY e ADAMS, 2000).

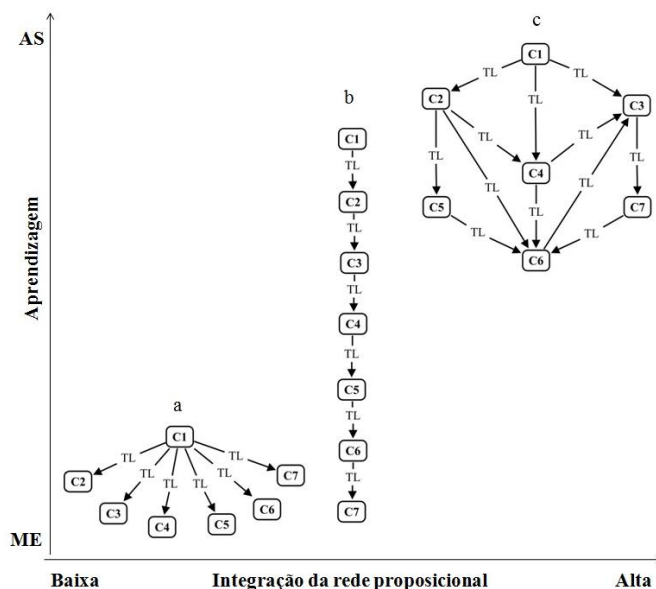


Figura 2. Principais estruturas dos mapas conceituais e relações com o tipo de aprendizagem: significativa (AS) e mecânica (ME). Legenda: (a) raio, (b) linear e (c) rede. Legenda: C= conceito e TL = termo de ligação.

Há vários outros trabalhos na literatura que tratam da análise da estrutura de MCs (BOUJAOUDE e ATTIEH, 2008; GERSTNER e BOGNER, 2009). A combinação das informações disponíveis nos permitiu melhorar a nossa capacidade analisar a estrutura dos MCs. A Análise Estrutural (Tabela 1), desenvolvida pelo nosso grupo de pesquisa, é baseada em 8 parâmetros (SILVA JR., ROMANO JR. e CORREIA, 2010).

Tabela 1. Parâmetros (P) da Análise Estrutural de mapas conceituais.

Identificação	Como se realiza a medição
Densidade proposicional (P/CT)	Razão entre a quantidade de proposições e o número total de conceitos.
Conceitos iniciais (CI/CT)	Razão entre a quantidade de conceitos que iniciam proposições e o número total de conceitos.
Conceitos iniciais múltiplos (CIM/CT)	Razão entre a quantidade de conceitos que iniciam múltiplas proposições e o número total de conceitos.
Conceitos finais (CF/CT)	Razão entre a quantidade de conceitos que finalizam as proposições e o número total de conceitos.
Conceitos finais múltiplos (CFM/CT)	Razão entre a quantidade de conceitos que finalizam as proposições e o número total de conceitos.
Conceitos iniciais e finais (CICF/CT)	Razão entre a quantidade de conceitos que iniciam e finalizam as proposições e o número total de conceitos.
Conceitos exclusivamente iniciais (SóCI/CT)	Razão entre a quantidade de conceitos que exclusivamente iniciam as proposições e o número total de conceitos.
Conceitos exclusivamente finais (SóCF/CT)	Razão entre a quantidade de conceitos que exclusivamente finalizam as proposições e o número total de conceitos.

A Tabela 2 apresenta os valores para os parâmetros da Análise Estrutural, calculados para os MCs apresentados na (Figura 2).

Tabela 2. Resultado da Análise Estrutural para os MCs apresentados na Figura 2.

Parâmetros	Estruturas		
	Radial	Linear	Rede
P/CT	0.86	0.86	1.71
CI/CT	0.14	0.86	1.00
CIM/CT	0.14	0.00	0.43
CF/CT	0.86	0.86	0.86
CFM/CT	0.00	0.00	0.43
CICF/CT	0.00	0.71	0.86
SóCI/CT	0.14	0.14	0.14
SóCF/CT	0.86	0.14	0.00

Os parâmetros da Análise Estrutural variam de acordo com as estruturas das redes proposicionais propostas por Kinchin et al. (2000). O MC radial apresenta os maiores valores para o parâmetro SóCF/CT e zero para os parâmetros CFM/CT e CICF/CT. O MC linear apresenta zero para os parâmetros CIM/CT e CFM/CT. Os MCs rede apresentam os valores mais altos para P/CT, CI/CT, CIM/CT, CFM/CT, CICF/CT e os menores valores para SóCF/CT. Estas são algumas das possíveis inferências que podem ser feitas a partir da Análise Estrutural (SILVA JR., ROMANO JR. e CORREIA, 2010).

Metodologia

Coleta dos dados

Os MCs (condição MCNE = 22 e condição MCSE = 22) foram coletados durante a disciplina de Ciências da Natureza (CN). Ela é oferecida pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH/USP Leste). Mudança climática é um dos temas da disciplina CN. As aulas envolvem as seguintes discussões: 1. Ambiente, ciência e tecnologia; 2. Ambiente e energia; 3. Mudanças climáticas e a mídia; 4. Política e economia no contexto das mudanças climáticas; e 5. Dispersão de poluentes gasosos na atmosfera. Os alunos passaram por um período de treinamento em MCs antes de realizarem as atividades envolvendo o tema das mudanças climáticas. As atividades de treinamento em MCs já estão descritas na literatura (CORREIA, INFANTE-MALACHIAS e GODOY, 2008).

Análise dos dados

A comparação dos valores médios dos parâmetros da Análise Estrutural para a condição MCNE e condição MCSE foi feita utilizando-se o teste-t para amostras pareadas.

Resultados e Discussões

A Tabela 3 apresenta os parâmetros da Análise Estrutural para os MCs elaborados pelos alunos.

Tabela 3. Resultado do teste-t para comparação dos MCs em 2 condições experimentais: MCNE e MCSE.

Parâmetros	Média e desvio padrão		t	p
	MCNE (n=22)	MCSE (n=22)		
P/CT	1,1 ± 0,1	1,3 ± 0,3	-3,985	0,001
CI/CT	0,7 ± 0,1	0,9 ± 0,1	-7,520	0,000
CIM/CT	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,2	-1,725	0,099
CF/CT	0,9 ± 0,2	0,9 ± 0,1	-0,585	0,565
CFM/CT	0,1 ± 0,1	0,3 ± 0,2	-3,339	0,003
CICF/CT	0,6 ± 0,2	0,8 ± 0,2	-5,377	0,000
SóCI/CT	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,385	0,704
SóCF/CT	0,3 ± 0,1	0,1 ± 0,1	7,265	0,000

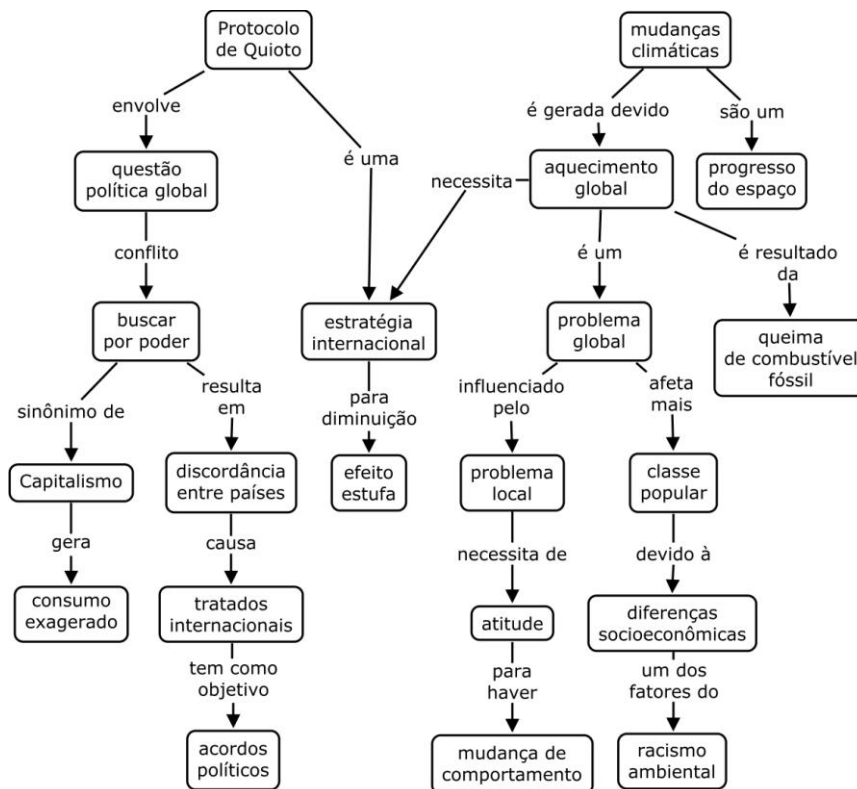
nível de significância: $p < 0,05$

Os dados da Tabela 3 permitem concluir que os valores médios dos parâmetros P/CT, CI/CT, CFM/CT, CICF/CT e SóCF/CT são estatisticamente diferentes para as duas condições experimentais ($p < 0,05$). Por outro lado, os valores para os parâmetros CIM/CT, CF/CT e SóCI/CT não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$). Os MCs produzidos na condição MCSE apresentaram características estruturais mais similares ao MC rede do que na condição MCNE (compare a Tabela 3 com a Tabela 2). Isso é evidenciado pelo fato dos MCs da condição MCSE apresentarem alto valor médio para os parâmetros P/CT, CI/CT, CIM/CT, CFM/CT, CICF/CT e baixo valor médio para SóCF/CT. A restrição estrutural na condição MCSE exigiu que os alunos buscassem relações entre os conceitos para: 1. utilizar uma estrutura que limita o número de conceitos na construção do MC, sem limitar a quantidade de proposições; e 2. fazer o exercício de síntese, através da seleção e revisão de conceitos mais relevantes da condição MCNE. Nesse contexto, os MC produzidos na condição MCSE contribuíram para que as redes fossem altamente integradas e essa estrutura sugere a ocorrência da aprendizagem significativa (KINCHIN, HAY e ADAMS, 2000). Contudo, isso não implica necessariamente na ausência de erros conceituais (NOVAK, 2010).

Os MCs da Figura 3 ilustram MCs das condições MCNE (Figura 3a) e MCSE (Figura 3b) de um mesmo aluno, representando baixa e alta integração da rede proposicional, respectivamente.

O MC elaborado na MCNE (Figura 3a) apresenta baixa integração da rede proposicional e o MC da condição experimental MCSE (Figura 3b) apresenta alta integração. Essa característica pode ser observada ao comparar rapidamente a estrutura desses MCs. O aumento da integração da rede revela a tentativa do aluno em buscar relações entre os conceitos selecionados. Novos conceitos são integrados em nossas estruturas cognitivas, em maior ou menor grau, dependendo do esforço cognitivo que gastamos na busca de relações significativas entre eles (AUSUBEL, 2000). As novas relações do MC da condição MCSE são estabelecidas a partir do conhecimento previamente organizado na condição MCNE (compare a Figura 3a e Figura 3b). Contudo, isso não significa que todas as relações na condição MCSE estejam adequadas. Por exemplo, a proposição “conhecimento científico – reconhece as → mudanças climáticas” pode ser aperfeiçoada para ficar conceitualmente correta.

(a)



(b)

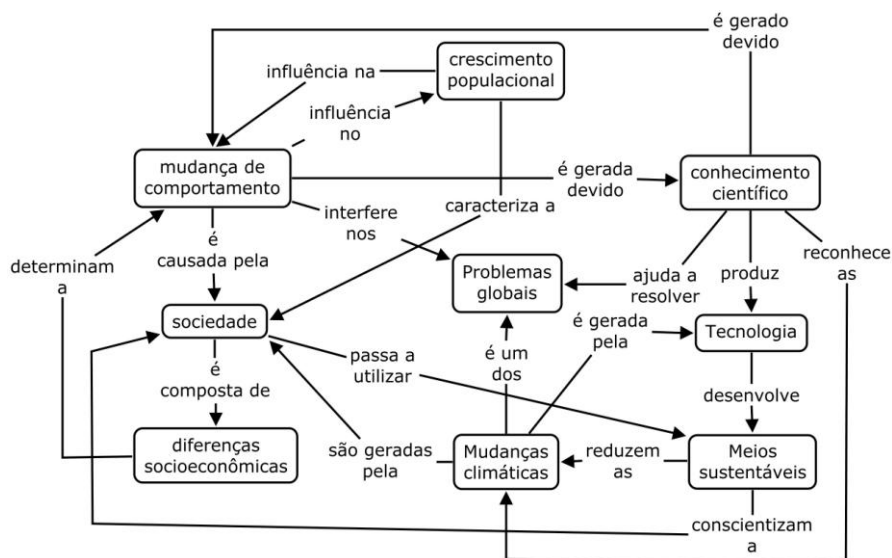


Figura 3. MCs ilustrativos do mesmo aluno para representar a integração da rede proposicional em 2 condições experimentais: (a) MCNE (P/CT = 0,95) e (b) MCSE (P/CT = 2,11).

Considerações finais

Os mapas conceituais são ferramentas gráficas que permitem que os indivíduos consigam construir significados. Neste trabalho, evidenciamos como as demandas e restrições de uma tarefa podem influenciar radicalmente no processo de aquisição de novos conhecimentos e na qualidade do MC. As estratégias utilizadas nesse trabalho permitiram verificar que a integração da rede proposicional foi potencializada na condição MCSE, enquanto que na

condição MCNE houve menor integração. Isso evidencia a relevância de novas estratégias de elaboração de MCs, as quais podem ser intencionalmente utilizadas para estimular a integração da rede proposicional a fim de promover a aprendizagem significativa.

Agradecimentos

CNPq e FAPESP.

Referências

AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000.

BOUJAOUDE, S.; ATTIEH, M. The effect of using concept maps as study tools on achievement in chemistry. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v. 4, n. 3, p. 233-246, 2008.

DERBENTSEVA, N.; SAFAYENI, F.; CAÑAS, A. J. Concept maps: experiments on dynamic thinking. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 44, n. 3, p. 448-465, 2007.

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: A. J. CAÑAS; J. D. NOVAK; REISKA, P.; AHLBERG, M. K. (Ed.). **Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping**. Tallin, Estonia; Helsinki, Finlândia: OÜ Vali Press, 2008.

CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D. Freedom vs. restriction of content and structure during concept mapping. possibilities and limitations or construction and assessment. A. J. CAÑAS, J. D. NOVAK, J. VANHEAR (Ed.), **Concept Maps: Theory, Methodology, Technology, Proceedings of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping**, Valletta, Malta, 2012.

GERSTNER, S.; BOGNER, F. X. Concept map structure, gender and teaching methods: an investigation of students' science learning. **Educational Research**, v. 51, n. 4, p. 425-438, 2009.

KINCHIN, I. M.; HAY, D. B.; ADAMS, A. How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development. **Educational Research**, v. 42, n. 1, p. 43-57, 2000.

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

SILVA JR., S. N.; ROMANO JR., J. G.; CORREIA, P. R. M. Structural analysis of concept maps to evaluate the students' proficiency as mappers. In: A. J. CAÑAS; J. D. NOVAK; SANCHEZ, J. (Ed.). **Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping**, Santiago do Chile, Chile: Universidad de Santiago, 2010.