

ESTRUTURAS HIERÁRQUICAS INAPROPRIADAS OU LIMITADAS EM MAPAS CONCEITUAIS: UM PONTO DE PARTIDA PARA PROMOVER A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

(Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies in concept maps: a starting point to foster meaningful learning)

Camila Aparecida Tolentino Cicuto [camilacicuto@usp.br]
Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências
Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP
Paulo Rogério Miranda Correia [prmc@usp.br]
Escola de Artes, Ciências e Humanidades
Universidade de São Paulo (EACH/USP), São Paulo, SP

Resumo

Os mapas conceituais (MCs) são representações gráficas que permitem a descrição explícita de modelos mentais idiossincráticos. As Estruturas Hierárquicas Inapropriadas ou Limitadas (LIPs), propostas por Novak, referem-se a erros conceituais que ocorrem mesmo quando os alunos optam pela aprendizagem significativa. O objetivo desse trabalho é discutir a importância das LIPs nos MCs como ponto de partida para promover a aprendizagem significativa. MCs sobre mudanças climáticas foram utilizados para ilustrar padrões de LIPs identificados nas proposições. Tornar as LIPs visíveis pode ajudar os professores a fornecer feedbacks precisos para os estudantes, tornando assim os alunos comprometidos por aprender significativamente ao longo de todas as aulas.

Palavras-chave: aprendizagem significativa; erros conceituais; LIPs; mapas conceituais.

Abstract

Concept maps (Cmaps) are graphical representations that allow the explicit description of idiosyncratic mental models. The Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies (LIPs), proposed by Novak, refer to conceptual errors that occur even when students choose to learn meaningfully. The aim of this paper is to examine the importance of LIPs in Cmaps as a starting point to promote meaningful learning. Cmaps about climate change were used to illustrate the found patterns of LIPs in the propositions. Making LIPs visible can help instructors provide accurate feedbacks to students, keeping them engaged to learn meaningfully throughout all classes.

Keywords: concept maps; conceptual errors; LIPs; meaningful learning.

Introdução

Os mapas conceituais (MCs) foram desenvolvidos pelo Dr. Joseph Novak e seu grupo de pesquisa na Universidade de Cornell. Eles foram propostos em 1972, no âmbito de uma pesquisa longitudinal sobre mudanças conceituais no ensino de ciências, que teve 12 anos de duração (Novak & Musonda, 1991). Naquela época, os MCs foram utilizados para representar visualmente as relações conceituais estabelecidas por alunos ao longo da escolarização básica. Várias entrevistas clínicas gravadas com os alunos foram ouvidas pelos pesquisadores, que optaram por elaborar MCs ao invés de transcrever o conteúdo na íntegra. A representação esquemática destes dados contribuiu para o melhor detalhamento das mudanças conceituais que ocorreram na estrutura cognitiva dos alunos (Novak & Musonda, 1991; Novak & Cañas, 2006, Novak & Cañas, 2010). Os MCs podem ser definidos como um conjunto de conceitos imersos em uma rede de proposições. Elas são formadas por um conceito inicial, um conceito final e um termo de ligação (conceito inicial – termo de ligação → conceito final). A necessidade de incluir um termo de ligação, que expressa relação entre dois conceitos, torna os MCs mais poderosos do que os outros organizadores gráficos (Novak,

2010). É fundamental estar ciente de os MCs são mais do que simples diagramas ou gráficos (Correia, 2012).

Uma apreciação histórica dos últimos 40 anos permite selecionar os fatos mais relevantes que marcam a evolução do mapeamento conceitual. Na Tabela 1 são apresentados os aspectos que justificam o aumento do interesse nessa técnica de representação visual do conhecimento, destacando sua utilização para estimular a aprendizagem significativa e processos colaborativos.

Tabela 1. Principais eventos que contribuíram para a disseminação do mapeamento conceitual como técnica de representação gráfica do conhecimento.

<i>Ano</i>	<i>Evento</i>	<i>Principal contribuição para a disseminação dos MCs</i>
1963	Proposição da Teoria da Assimilação por meio da Aprendizagem e Retenção Significativas, por David Ausubel	Fundamentação teórica sobre processos cognitivos da aprendizagem, que justifica a proposição dos MCs
1972	Proposição dos MCs, por Joseph Novak	Utilização de MCs manuscritos para representar a rede conceitual dos alunos, expressa durante entrevistas clínicas
1990	Publicação de um fascículo especial sobre MCs no periódico <i>Journal of Research in Science Teaching</i>	Consolidação das pesquisas internacionais desenvolvidas com os MCs no âmbito do ensino de ciências
1997	Lançamento da primeira versão do programa Cmaptools, desenvolvido pela equipe do Institute for Human and Machine Cognition coordenada por Alberto Cañas e Joseph Novak	Elaboração de MCs digitais, que facilitam e estimulam os processos de revisão e colaboração entre vários mapeadores
2004	Realização da 1ª Conferência Internacional sobre Mapeamento Conceitual em Pamplona (Espanha)	Intensificação da colaboração entre os pesquisadores interessados no uso de MCs para fins educacionais e corporativos, visando à gestão da informação e/ou do conhecimento

A retrospectiva histórica inclui um evento que antecedeu à proposição dos MCs. Em 1963, David Ausubel propôs a Teoria da Assimilação por meio da Aprendizagem e da Retenção Significativas, como forma de compreender o processamento cognitivo que um indivíduo faz durante o processo de aquisição de novas informações.

A visão Ausubeliana do processo de aprendizagem era conhecida por Joseph Novak, que justifica o uso de MCs como uma maneira de favorecer a aprendizagem significativa. Desta forma, é correto afirmar que a Teoria da Assimilação por meio da Aprendizagem e da Retenção Significativas foi o referencial teórico subjacente à proposição do mapeamento conceitual, que ocorreu em 1972 (Novak, 2010; Novak & Cañas, 2006; Novak & Cañas, 2010; Ausubel, 2000). A maioria dos MCs elaborados entre os anos 70 e a primeira metade da década de 90 eram manuscritos. A utilização de papéis com adesivo (*post-it*) para organizar espacialmente os conceitos do MC é uma estratégia útil para obter um rascunho da estrutura em rede. Após essa etapa, o(s) mapeador(es) elaboram uma versão final no papel, incluindo os conceitos, as setas e os termos de ligação. A aprendizagem é um processo contínuo e pode ser estimulada por meio da visualização de

organizadores gráficos. Por esses motivos, as etapas de revisão e alteração de MCs são desejáveis e devem ser frequentes. Isso impõe uma séria limitação aos MCs manuscritos, visto que é necessário passar o MC a limpo para incluir modificações que não sejam discretas.

O interesse crescente pelos MCs, a despeito das dificuldades para alterá-los, foi reconhecido pela *National Association for Research in Science Teaching* dos EUA. Um fascículo especial sobre o mapeamento conceitual foi publicado em 1990 pelo periódico *Journal of Research in Science Teaching*. Os trabalhos lá registrados confirmam o potencial dos MCs em favorecer a aprendizagem significativa a partir de resultados obtidos no âmbito do ensino de ciências (Beyerbach & Smith, 1990; Novak, 1990; Wandersee, 1990). Esse fato aumentou, ainda mais, o interesse pelos MCs e sua utilização passou a extrapolar as disciplinas relacionadas com as ciências da natureza.

A parceria entre Alberto Cañas e Joseph Novak resultou no desenvolvimento do programa Cmaptools, que é gratuito e mantido até hoje pelo *Institute for Human and Machine Cognition* (IHMC). A primeira versão do Cmaptools foi lançada em 1997 e, desde então, a elaboração de MCs digitais se tornou uma realidade. As principais contribuições do Cmaptools foram facilitar a edição de MCs, sem que isso implique em passar todo o MC a limpo, e permitir a construção colaborativa de MCs de forma síncrona ou assíncrona, quando há acesso à Internet disponível para utilizar o programa. Esses fatores combinados ampliaram, por mais uma vez, o interesse pelo mapeamento conceitual. Atualmente, os MCs são utilizados como representações gráficas para a gestão da informação e do conhecimento em sala de aula, em grupos de pesquisas e em corporações (Correia, 2012; Moon et al., 2011), visto que a aprendizagem colaborativa e a aprendizagem por toda a vida não se limitam mais à educação formal presencial (Visser & Visser-Valfrey, 2008).

As conferências internacionais sobre mapeamento conceitual começaram a ser organizadas em 2004 e, desde então, a comunidade científica que se dedica ao tema se reúne a cada 2 anos. A consolidação do interesse pelos MCs chegou ao âmbito da produção de conhecimento acadêmico, onde se verifica uma intensa troca de informações entre os especialistas que utilizam essa técnica nas mais diversas áreas do conhecimento (Novak & Cañas, 2010). Esse é um indicador de que o mapeamento conceitual está atingindo a maturidade como um objeto de pesquisa que merece ser investigado.

Considerações teóricas sobre a aprendizagem significativa

A Teoria da Assimilação através da Aprendizagem e da Retenção Significativas (Ausubel, 2000; Moreira, 1999; Moreira, 2006; Moreira, 2011) e a Teoria Educacional de Novak (Novak, 2010) são fundamentais para compreender o potencial dos MCs para estimular a aprendizagem significativa em detrimento da aprendizagem mecânica. A compreensão dessas teorias contribui para evitar o uso ingênuo do mapeamento conceitual.

A Teoria da Assimilação através da Aprendizagem e da Retenção Significativas refere-se à descrição do processo de aprendizagem. Ele ocorre como um continuum entre a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica (Ausubel, 2000; Mayer, 2002). A diferença crucial entre a aprendizagem significativa e a mecânica é a forma de relacionar as novas informações com os aspectos que cada indivíduo tem na sua estrutura cognitiva. As relações estabelecidas de forma arbitrária e literal resultam na ocorrência de aprendizagem mecânica, já as relações estabelecidas de maneira não arbitrária e não literal resultam na aprendizagem significativa. O processo de retenção que caracteriza a aprendizagem significativa é a obliteração, já na aprendizagem mecânica é o esquecimento. No primeiro caso, a nova informação é incorporada à rede conceitual preexistente e, como consequência, sua recuperação (lembrança) não fica comprometida com o passar do tempo. Além disso, a nova informação pode ser utilizada em contextos diferentes daquele em que se deu a aprendizagem (Ausubel, 2000).

A Teoria da Assimilação através da Aprendizagem e da Retenção Significativas prevê três condições essenciais para a ocorrência da aprendizagem significativa (Ausubel, 2000):

1. Os conhecimentos prévios do aluno devem ser considerados como o ponto de partida para a nova aprendizagem;
2. O material instrucional deve ser potencialmente significativo; e
3. O aluno deve optar deliberadamente por aprender significativamente.

Aprender significativamente requer maior esforço cognitivo do que aprender mecanicamente. Isso ocorre porque na aprendizagem significativa o aluno precisa conferir sentido à nova informação, a partir do que ele já sabe (conhecimento prévio). O mesmo não ocorre quando a aprendizagem é mecânica. Nesse caso, o aluno não consegue estabelecer relações de sentido entre o que ele sabe e o novo conhecimento. A aprendizagem significativa deve ser entendida como uma parceria entre professor e alunos. É necessário estabelecer um ambiente propício à aprendizagem, pois os requisitos para a obtenção da aprendizagem significativa exigem o empenho de ambos. A identificação do conhecimento prévio dos alunos envolve o professor (que propõe uma atividade para este fim) e os estudantes (que devem participar e revelar o que já sabe sobre o tema). A seleção do material instrucional é uma decisão do professor e a escolha por aprender significativamente é uma decisão exclusiva dos alunos (Ausubel, 2000). Durante a aprendizagem significativa podem ocorrer dois processos que podem ser identificados nos MCs: a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa (Figura 1).

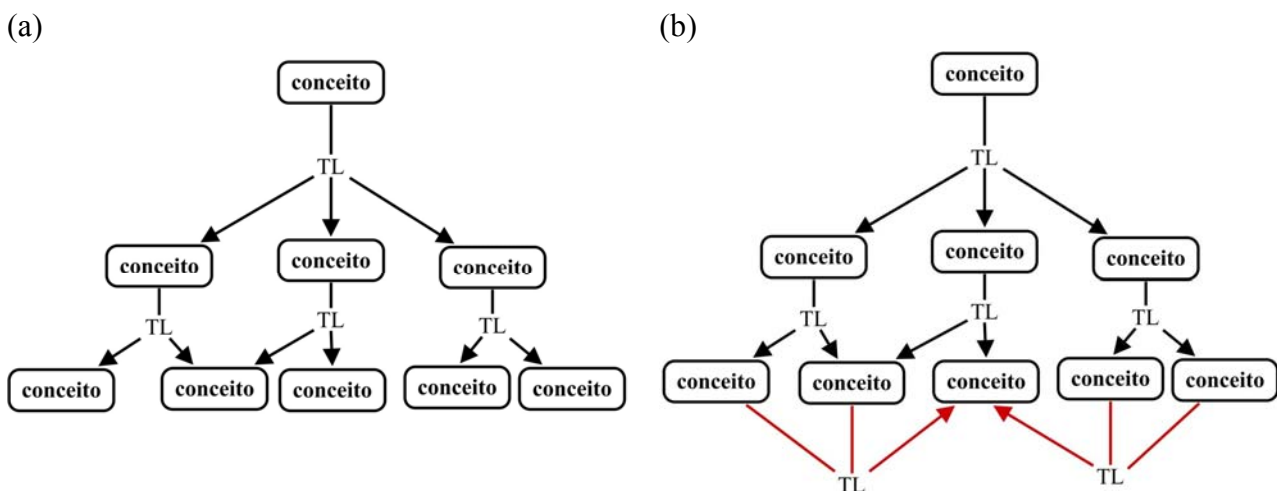


Figura 1. Estruturas de MCs com (a) diferenciação progressiva e (b) diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Legenda: linhas pretas - proposições com diferenciação progressiva; linhas vermelhas - proposições com reconciliações integrativas; TL - termo de ligação.

É possível identificar, a partir dos MCs, as diferenças gráficas entre a representação dos processos de diferenciação progressiva (Figura 1a) e reconciliação integrativa (Figura 1b). No primeiro caso (Figura 1a), ideias, conceitos ou proposições mais gerais presentes na estrutura cognitiva do aluno se modificam na medida em que ele interage com as novas informações. No segundo caso (Figura 1b), as ideias, conceitos ou proposições existentes na estrutura cognitiva se recombinaem por similaridades ou diferenças, gerando novos significados e proporcionando uma reorganização da estrutura cognitiva (Ausubel, 2000).

A diferenciação progressiva dos conceitos facilita a assimilação de novas informações durante a aprendizagem. Por esse motivo, é aconselhável começar a instrução com conceitos mais gerais sobre o assunto a ser abordado. Os detalhamentos devem ser feitos a partir deles, a fim de que os alunos consigam compreender todas as partes do conteúdo sem perder a chance de relacioná-

A aprendizagem significativa não implica a ausência de erros conceituais. Nesta perspectiva, Novak propôs o termo Estruturas Hierárquicas Inapropriadas ou Limitadas (LIPHs, do inglês *Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies*) para se referir a esses tipos de erros (Novak, 2002). Nesse trabalho, vamos discutir sobre a importância das LIPHs nos MCs como ponto de partida para promover a aprendizagem significativa.

Estruturas Hierárquicas Inapropriadas ou Limitadas (LIPHs) como ponto de partida para promover a aprendizagem significativa

As Estruturas Hierárquicas Inapropriadas ou Limitadas (LIPHs) nos MCs podem ser identificadas como proposições com falta de clareza semântica ou erros conceituais, revelando uma compreensão limitada ou inadequada sobre o tema mapeado. Os termos de ligação inadequados podem diminuir a precisão da mensagem das proposições, e isso é facilmente percebido durante a leitura dos MCs (Figura 3).

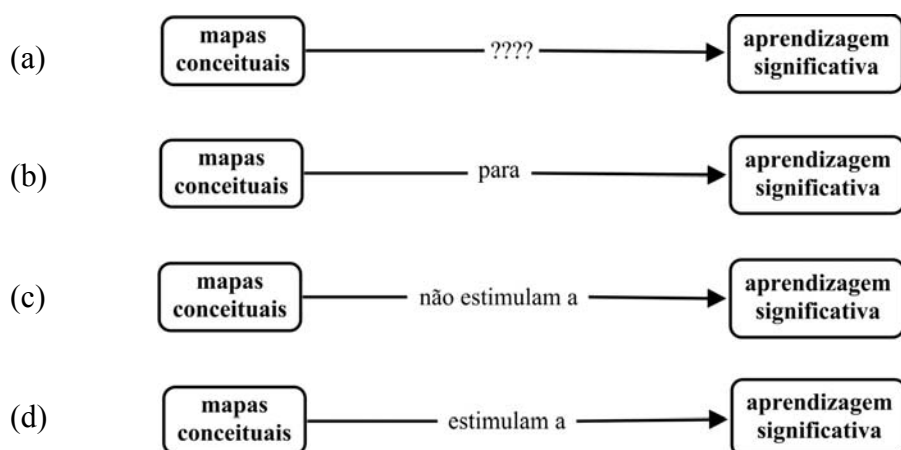


Figura 3. Exemplos de proposições com diferentes níveis de clareza semântica, de acordo com o termo de ligação utilizado: (a) não é uma proposição; (b) proposição limitada; (c) proposição inadequada; e (d) proposição apropriada.

A Figura 3a não é uma proposição. A ausência do termo de ligação evidencia que há apenas uma associação entre os conceitos, contudo não é possível identificar qual a relação entre eles. Isso é semelhante aos organizadores gráficos como os mapas mentais, que não incluem termos de ligação na sua estrutura. A presença dos termos de ligação nos MCs torna essa ferramenta mais poderosa do que outros organizadores gráficos porque revela com precisão a relação entre os conceitos (Davies, 2011). A possibilidade de identificar claramente essas relações permite a identificação das LIPHs.

A Figura 3b é uma proposição, contudo sua clareza semântica é comprometida pela ausência de um verbo no termo de ligação. Esta situação é semelhante ao exemplo da Figura 3a, porque em ambos os casos não é possível identificar claramente a relação entre os conceitos. Nesse caso, a proposição é limitada (L). Esse tipo de proposição evidencia que o termo de ligação foi mal selecionado pelo mapeador. Dois fatores podem contribuir para a ocorrência de proposições desse tipo: a) compreensão limitada sobre o tema em discussão; e b) compreensão limitada sobre como preparar bons MCs (Conradty & Bogner, 2010; Aguiar, Cicuto & Correia, 2013). A proficiência dos alunos no mapeamento conceitual é fundamental para possibilitar o bom uso dos MCs. Os benefícios descritos na literatura só podem ser plenamente percebidos quando os usuários dominam o uso da técnica (Aguiar, Cicuto & Correia, 2013).

Mudanças no termo de ligação podem alterar drasticamente o sentido de uma mensagem (compare as proposições das Figuras 3c-3d). A inclusão da palavra “não” inverte o sentido da informação. A proposição da Figura 3c é conceitualmente incorreta. Nesse caso, a proposição é

inapropriada (I). Em contra partida, a mensagem da Figura 3d é conceitualmente correta. Essa proposição é classificada como apropriada (A).

A apreciação conjunta das proposições da Figura 3 destaca dois aspectos: a) o papel do termo de ligação para externalizar claramente as ideias; b) a possibilidade que o mapeador tem para ajustar finamente o sentido das mensagens das proposições. Todas essas discussões não são possíveis no caso dos mapas mentais. Eles não permitem esses ajustes na clareza e correção conceitual das mensagens, visto que não é preciso expressar as relações entre os conceitos (basta fazer associações). Essas características devem ser consideradas para que seja selecionado o tipo de organizador gráfico mais adequado para as atividades a serem desenvolvidas em sala de aula.

A identificação de LIPs em MCs é simples, em virtude da presença de proposições. Novak (2002) sugere as LIPs como ponto de partida adequado para promoção da aprendizagem significativa e também para que o professor considere intencionalmente essas estruturas no planejamento das aulas. As LIPs podem ser o resultado da aprendizagem significativa e alterá-los é, portanto, uma tarefa difícil, pois os alunos devem rever gradualmente as estruturas relevantes de seu próprio conhecimento e construir novas proposições. Se os alunos optarem por aprender mecanicamente em vez de significativamente para superar suas LIPs, o conhecimento envolvido não vai ser facilmente aplicado em outros contextos. Este conhecimento ficará restrito ao contexto utilizado durante o processo de aprendizagem (Novak, 2002). Um desafio educacional representado por esta abordagem é convencer os alunos a optarem pela aprendizagem significativa, em vez da mecânica. O feedback do professor durante o processo de aprendizagem tem papel fundamental para manter os alunos empenhados em aprender significativamente ao longo do curso, bem como para desenvolver as suas capacidades de auto-regulação da aprendizagem (White & Frederiksen, 1998).

Mapas conceituais ilustrativos com Estruturas Hierárquicas Inapropriadas ou Limitadas (LIPs)

Os MCs ilustrativos foram elaborados por alunos na disciplina Ciências da Natureza (CN) em 2012 (Correia et al., 2010), oferecido pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades (Universidade de São Paulo). A disciplina CN está organizada de acordo com a Figura 4.

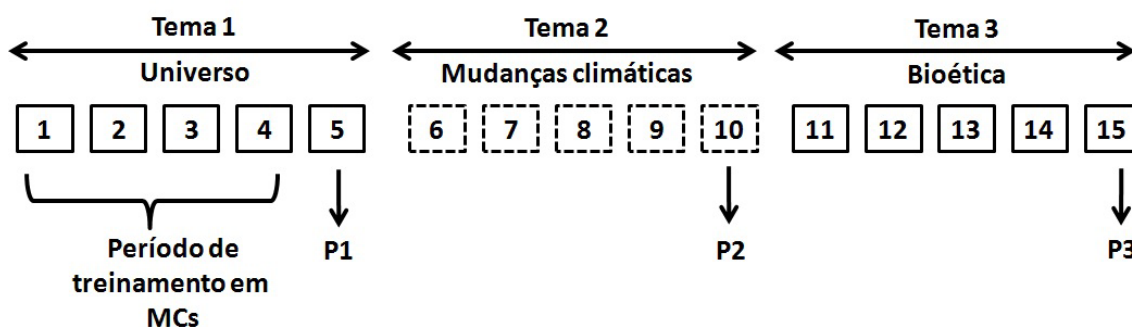


Figura 4. Organização geral da disciplina Ciências da Natureza (CN), com destaque para o período de intervenção na sala de aula (aulas 6-9).

Um período de treinamento sobre mapeamento conceitual foi oferecido aos alunos durante parte do tempo destinado às aulas 1-4 (Aguiar, Cicuto & Correia, 2013). As atividades de treinamento foram baseadas em quatro conceitos centrais:

- Proposições (P) - Unidade semântica formada por conceito inicial + termo de ligação+ conceito final.

desse MC, a alta clareza semântica das proposições (com presença de verbos) permitiu verificar que o aluno apresentou bom entendimento sobre o temas das mudanças climáticas.

Considerações finais

A aprendizagem significativa não implica na ausência de erros conceituais. Tornar as LIPs visíveis pode ajudar os professores fornecerem feedbacks precisos para os estudantes, tornando assim os alunos comprometidos por aprender significativamente ao longo de todas as aulas da disciplina. Neste contexto, os alunos tornam-se conscientes da utilidade dos MCs como uma forma de aprender a aprender, e o engrandecimento desses indivíduos pode ser a conquista mais relevante deste processo (Novak, 2002). Além disso, a identificação das LIPs pode ajudar o professor a refletir sobre as suas opções instrucionais. Esse trabalho discute sobre a importância das LIPs e, a partir dele, outros estudos devem ser feitos a fim de investigar novas abordagens para estimular a externalização das LIPs e suas implicações para a aprendizagem significativa nos diferentes níveis de escolaridade.

Agradecimentos

Os autores agradecem às agências de fomento à pesquisa que financiam os trabalhos desenvolvidos pelo nosso grupo de pesquisa (CNPq-486194/2011-6; CAPES-3555-09-7; FAPESP-2008/04709-6).

Referências

- Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Aguiar, J.G., Cicuto, C.A.T., & Correia, P.R.M. (2013). How can we prepare effective concept maps? Training procedures and assessment tools to evaluate mappers' proficiency. *Journal of Science Education*, no prelo.
- Beyerbach, B. A., & Smith, J. M. (1990). Using a computerized concept mapping program to assess preservice teachers' thinking about effective teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (10), 961-971.
- Conradty, C., & Bogner, F.X. (2010). Implementation of Concept Mapping to Novices: Reasons for Errors, a Matter of Technique or Content? *Educational Studies*, 36 (1), 47-58.
- Correia, P. R. M. (2012). The use of concept maps for knowledge management: from classrooms to research labs. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, Heidelberg, 402 (6), 1979-1986.
- Correia, P. R. M., Valle, B. X., Dazzani, M., & Infante-Malachias, M. E. (2010). The importance of scientific literacy in fostering education for sustainability: Theoretical considerations and preliminary findings from a Brazilian experience. *Journal of Cleaner Production*, 18 (7), 678-685.
- Davies, M. (2011). Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences and do they matter? *Higher Education*, 62 (3), 279-301.
- Mayer, R. E. (2002). Rote versus meaningful learning. *Theory into practice*, 41 (4), 226-232.
- Moon, B., Hoffman, R. R., Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2011). *Applied Concept Mapping: Capturing, Analyzing, and Organizing knowledge*, CRC Press, Boca Raton.

- Moreira, M. A. (1999). *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora da UnB.
- Moreira, M. A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora da UnB.
- Moreira, M. A. (2011). Why concepts, why meaningful learning, why collaborative activities and why concept maps? *Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review*, V1 (3), 1-11.
- Novak, J. D. (1990). Concept mapping: A useful tool for science education, *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (10), 937-949.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations*, NY: Routledge.
- Novak, J. D. (2002). Meaningful learning: the essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86 (4), 548-571.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2006). The Origins of the Concept Mapping Tool and the Continuing Evolution of the Tool. *Information Visualization Journal*, 5 (3), 175-184.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2010). The Universality and Ubiquitousness of concept maps. In: *Proceedings of the 4nd International Conference on Concept Mapping*, Viña del Mar, Chile.
- Novak, J. D., & Musonda, D. (1991). A twelve-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28 (1), 117-153.
- Visser, J., & Visser-Valfrey, M. (2008). *Learners in a changing learning landscape: reflections from a dialogue on new roles and expectations*. Dordrecht: Springer.
- Wandersee, J. (1990). Concept mapping and the cartography of cognition, *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (10), 923-936.
- White, B.Y., & Frederiksen, J.R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16 (1), 3-118.

Recebido em: 09.04.13

Aceito em: 17.09.13