

# **Análise taxonômica de proposições em mapas conceituais ao longo da disciplina de Ciências da Natureza (EACH-USP/Leste)**

Taxonomic analysis of the propositions of MCs along the discipline of Natural Sciences (EACH-USP/Leste)

*Joana Guilaes de Aguiar*

*Jerson Geraldo Romano Jr.*

*Paulo Rogério Miranda Correia*

Escola de Artes Ciências e Humanidades – EACH/USP-Leste

joanaguilaes@usp.br

jgromano@ig.com.br

prmc@usp.br

## **Resumo**

A proposta do trabalho foi a análise das proposições de mapas conceituais (MCs) utilizando um esquema taxonômico que classifica essas proposições em Estáticas (descritivas) ou Dinâmicas (relação de dependência conceitual). Dois conjuntos de MCs (n= 104) foram coletados na disciplina Ciências da Natureza (EACH-USP/Leste) em 2009 durante o período da primeira (MC5) e terceira avaliação (MC15). O número de proposições por categoria passaram pela análise hierárquica de agrupamentos (HCA) a fim de observar possíveis tendências entre os alunos e/ou categorias. A HCA agrupou as categorias sendo que em MC15 houve uma maior distribuição dos tipos de proposições entre as categorias dinâmicas. A HCA formou 3 agrupamentos para ambas as avaliações e, ainda que as tendências dos agrupamentos tenham se mantido, houve um aumento do número total de proposições, sendo que mais de 60% dos alunos optaram pelas proposições dinâmicas, comprovando a eficácia dos estímulos fornecidos nas avaliações.

**Palavras-chave:** Mapeamento conceitual; Classificação de proposições; Análise Hierárquica de Agrupamentos; Ensino de Ciências.

## **Abstract**

The purpose of this study was the analysis of propositions of concept maps (CMs) using a taxonomic scheme that classifies these propositions in Static (descriptive) or Dynamic (conceptual dependency ratio). Two sets of MCs (n = 104) were collected in the course of Nature Sciences (EACH-USP/Leste) in 2009 during the first (MC5) and third evaluation (MC15). The numbers of propositions in each category were analyzed by hierarchical cluster analysis (HCA) to observe possible trends among students and/or categories. HCA grouped the categories and in MC15 there was a greater distribution of the types of propositions between the dynamic categories. HCA formed three groups for both evaluations and even the trends in each clusters have been maintained, there was an increase in the total number of

propositions, and more than 60% of students opted for dynamic propositions, demonstrating the effectiveness of the stimulus provided in evaluations.

**Key Words:** Concept Mapping, Propositional classification, Hierarchical Cluter Analysis, Science Teaching.

## **Introdução**

Os mapas conceituais (MCs) foram propostos pelo grupo de pesquisas liderado pelo Dr. Joseph D. Novak na década de 1970. O mapeamento conceitual é uma técnica bem estabelecida, que permite a representação gráfica para organização do conhecimento possibilitando entender a estrutura cognitiva idiossincrática de um indivíduo sobre determinado assunto ou área. (Novak, 2010).

Os MCs podem ser úteis para o professor conduzir o processo de ensino e aprendizagem na sala de aula (Nesbit e Adesope, 2006) já que: favorece o aprendizado dos alunos, a partir de seus conhecimentos prévios (Moreira, 1999; Novak, 2002), estimulam a formação de relações conceituais interdisciplinares (Correia et al, 2008; Meagher, 2009), é usado como material instrucional (Struchiner et al, 2006), pode favorecer processos visando a aprendizagem colaborativa (Marriott e Torres, 2002) e pode ser usado para avaliar a aprendizagem (Boujaoude e Attieh, 2008)

O MC é tido como um conjunto de conceitos imersos numa rede de proposições. As proposições, unidades fundamentais dos MCs, são constituídas por um conceito inicial, um termo de ligação e um conceito final. A inclusão obrigatória de um termo de ligação, que expresse claramente a relação entre os conceitos, é o que confere ao mapeamento conceitual sua característica fundamental da busca pelo significado (Novak, 2010).

## **Análise Proposicional**

Vários trabalhos foram propostos recentemente para avaliação de características semânticas das proposições (Derbentseva, Safayeni e Cañas, 2007, Miller e Cañas, 2008; Safayeni, Derbentseva e Cañas, 2005). Inspirado por essas idéias, a análise proposicional surge a partir da necessidade de produzir maior robustez na descrição da natureza das proposições presentes nos mapas conceituais.

Esta análise considera como característica, não o conteúdo declarativo expresso, mas a natureza das proposições, ou seja, a forma como os conceitos são relacionados nos MCs na busca de significados. Esta análise tem como objetivo classificar as proposições em estáticas, as quais denotam um caráter descritivo e proposições ou dinâmicas, que consideram a relação de ação, influência, dependência, proporcionalidade e causa e efeito entre conceitos (Derbentseva, Safayeni e Cañas, 2007; Safayeni, Derbentseva e Cañas, 2005, Miller e Cañas, 2008).

Desta forma foi concebido um esquema taxonômico para a análise das proposições (Romano Jr e Correia, 2010) dos mapas conceituais(Figura 1).

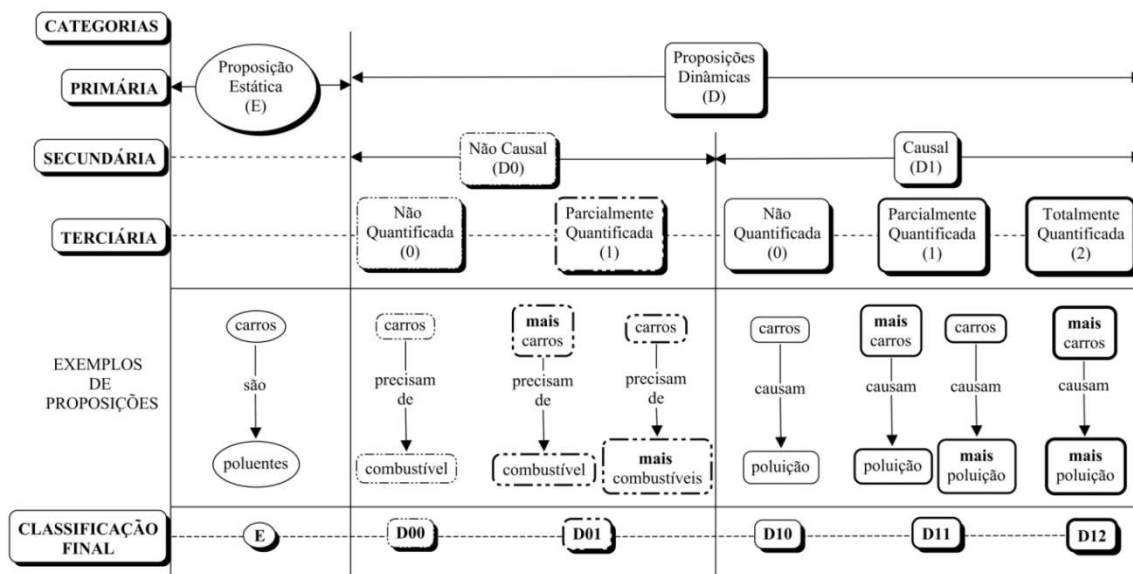


Figura 1 Esquema taxonômico para classificação de proposições. Categorias primárias: estática (E) e dinâmica (D); categoria secundária: não causal (D0), e causal (D1); categoria terciária: não quantificada (0), parcialmente quantificada (1) e totalmente quantificada (2).

Este sistema de categorização leva em consideração três categorias: primária, secundária e terciária. A utilização das três categorias em conjunto proporciona uma diferenciação em seis tipos de proposições: E, D00, D01, D10, D11 e D12.

## Procedimentos de Pesquisa

### Procedimento de Coleta de dados

A coleta de dados ocorreu no primeiro semestre de 2009 na Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH/USP Leste), no âmbito das aulas da disciplina ACH 0011 Ciências da Natureza (CN). As aulas com 2 horas de duração ocorreram semanalmente, durante 15 semanas conforme o cronograma esquematizado na Figura 2:

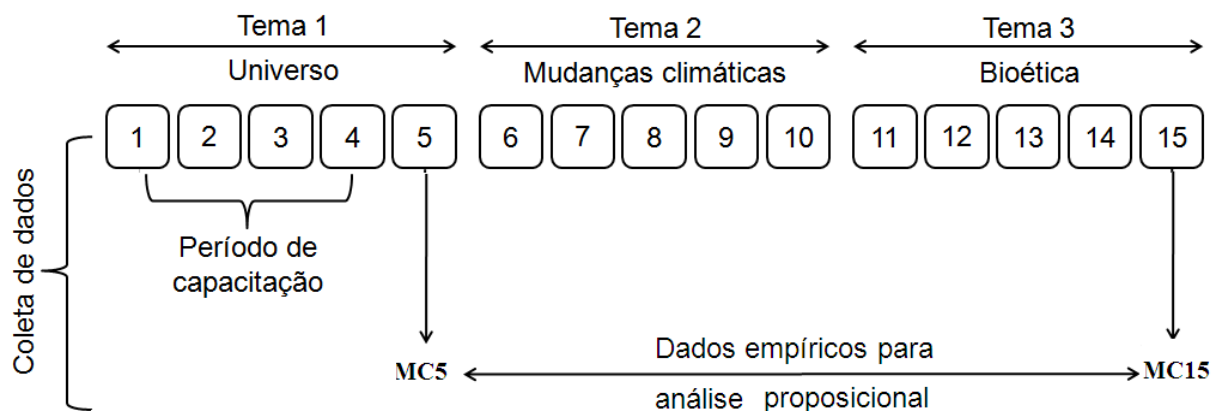


Figura 2 Sequência didática das aulas da disciplina CN (Coleta de dados durante as avaliações MC5 e MC15).

O período das discussões específicas sobre os temas universo (aulas 1-5) e bioética (aulas 11-15) e como ocorreram as atividades são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Sequência didática da disciplina ACH011 Ciências da Natureza – aulas 1-5 e 11-15.

AULA	CONTEÚDOS DA DISCIPLINA	ATIVIDADES
<b>Tema#1: Mistérios do universo e a revolução científica moderna</b>		
1	Desenvolvimento histórico do pensamento científico	Introdução ao mapeamento conceitual
2	Galileu e a revolução científica	MC individual
3	Explosão do conhecimento e descobertas da astronomia no século XX	Revisão e discussão dos MCs produzidos
4	Hubble, galáxias e cosmologia	MC individual (revisão para avaliação)
5	Avaliação (MC5)	MC individual semi-estruturado
<b>Tema#3: Biologia molecular, Procedimentos médicos modernos e bioética</b>		
11	Evolução e a origem da vida	MC individual sobre a leitura preparatória MC colaborativo após discussões em sala
12	DNA e biologia molecular	MC individual sobre a leitura preparatória MC colaborativo após discussões em sala
13	Implicações médicas da biologia molecular	Discussão do tema
14	Lei de biossegurança brasileira	MCs colaborativos sobre as aulas 13 e 14.(revisão para avaliação)
15	Avaliação (MC15)	MCs individuais semi-estruturados

Os MCs utilizados como avaliação na disciplina de CN (MC5 e MC15) tinham características semi-estruturados (MCSE) os quais possuem a demanda de resumir recursos, já que se caracterizam pela limitação no número de conceitos, mas permitem a liberdade na forma de relacioná-los (Derbentseva, Safayeni & Cañas, 2007).

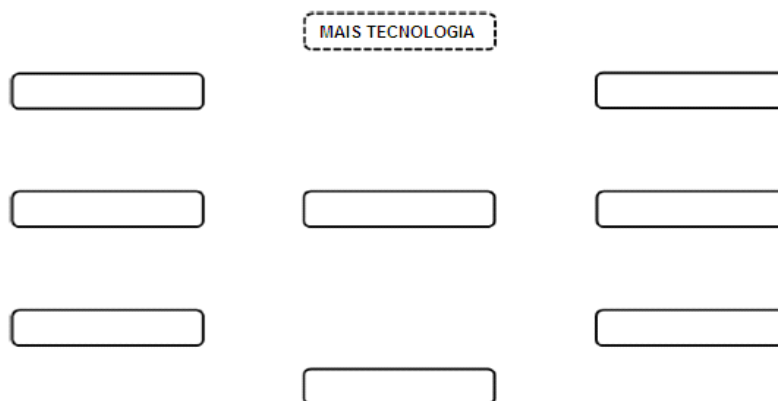


Figura 3 Exemplo de mapa conceitual semi-estruturado utilizado em ambas as avaliações (conceito obrigatório “Mais tecnologia” identificado na caixa pontilhada).

Vale ressaltar que a metodologia adotada da aula 1 a 4 compreendeu na leitura prévia dos textos citados, seguida da elaboração individual de um MC sobre o assunto e uma discussão em sala de aula. A metodologia da aula 11 a 14 além das estratégias já citadas, os alunos tinham a possibilidade de negociar conceitos em grupo e elaborar um MC colaborativo ao final da discussão. Os estímulos fornecidos nas avaliações também se diferiram um pouco como pode ser visto na Tabela 2:

Tabela 2 Estímulos fornecidos aos alunos durante a primeira (MC5) e terceira (MC15) avaliação.

	MC5	MC15
<b>Autoria</b>	Individual	Individual
<b>Conceito(s)</b>	“mais tecnologia”	“mais tecnologia”

<b>obrigatório (s)</b>		“mais controversia”
<b>Número de conceitos</b>	9	9
<b>Pergunta focal</b>	Como a ciência e a tecnologia influenciaram a compreensão da sociedade sobre o Universo?	Como a bioética regula as relações entre ciência e sociedade?

## Procedimento de Análise dos Dados

### Análise Proposicional

O procedimento analítico para classificar cada proposição em uma das categorias propostas (E, D00, D01, D10, D12 e D13) é descrito na Tabela 3. Uma seqüência de quatro perguntas foi suficiente para fazer uma escolha adequada.

Tabela 3 Procedimento da análise taxonômica das proposições dos MCs.

Foco em	Categoria	Questões para categorizar as proposições	Respostas	Ação	Resultado
<b>FRASE DE LIGAÇÃO</b>	<b>Primária</b>	#1. Os termos de ligação têm verbos?	Sim	Ver questão #2	-
			Não	Proposição estática	E
		#2. O verbo não revela ação? (e.g. <i>ser, estar, ter</i> )?	Sim	Proposição estática	E
			Não	Proposição dinâmica Ver questão #3	D
<b>CONCEITOS</b>	<b>Secundária</b>	#3. Ambos conceitos: inicial e final indicam causa e consequência, respectivamente?	Sim	Proposição dinâmica causal Ver questão #4	D1
			Não	Proposição dinâmica não causal Ver questão #4	D0
	<b>Terciária</b>	#4. Os conceitos são quantificados (e.g. <i>mais carros, muitos carros</i> )?	Ambos	Totalmente quantificada (3)	D13
			Somente um conceito	Parcialmente quantificada (2)	D02, D12
			Nenhum	Não quantificada (1)	D01, D11

### Análise Hierárquica de Agrupamentos (HCA)

A estatística exploratória multivariada foi empregada para realizar análise hierárquica de agrupamentos (HCA) (Kaufman & Rousseeuw, 2005) em duas matrizes de dados  $X_{(53,6)}$  e  $Y_{(53,6)}$  foram elaboradas onde as linhas ou objetos são os mapas conceituais (MC5 e MC15, respectivamente) produzidos pelos 53 alunos e as colunas ou variáveis são as 6 categorias consideradas na análise proposicional (E, D00, D01, D10, D11 e D12).

Prosseguiu-se então com a análise hierárquica de agrupamentos (HCA) tanto para observar as similaridades entre os alunos como entre as categorias.

## Resultados e Discussão

Utilizando os dados da MC5, a análise de agrupamentos hierárquicos (HCA) aplicada às 6 categorias gerou o dendrograma da Figura 4 e 5. Com 51% (0,51) de similaridade, formaram-se 2 agrupamentos (I e II) para os dados de MC5 e 4 agrupamentos para os dados de MC15.

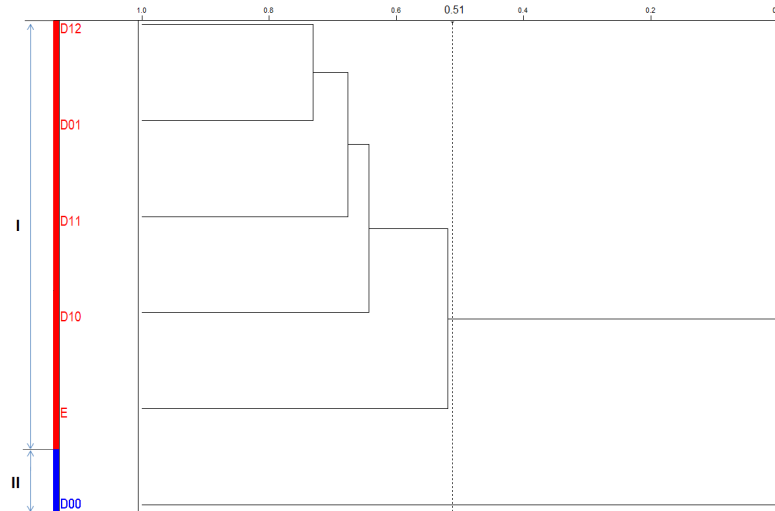


Figura 4 Dendrograma das 6 categorias semânticas utilizando o método *Ward/Incremental* e distância Euclidiana. Formação de 2 agrupamentos (I e II) para 51% de similaridade - linha tracejada (dados de MC5).

As categorias que mais possuem similaridade (0,74 – 74%) são D12 e D01, seguido da D11 (0,64 - 64%) possivelmente, pois essas categorias simbolizam proposições com quantificação parcial ou total, as quais necessitam de maior esforço cognitivo para ser elaborada. Dentro do grupo I, a categoria “Estática (E)” é aquela que mais se difere das demais, ficando óbvia a diferença entre proposições estáticas e dinâmicas.

No grupo II, o isolamento da categoria D00 pode ser explicada pelo fato das proposições com tal característica ser a primeira que apresenta uma relação dinâmica entre os conceitos porém que não exige relações de causa e efeito ou qualquer quantificação nos conceitos. Espera-se que com os estímulos (pergunta focal iniciada com “Como” e conceito obrigatório previamente quantificado “Mais tecnologia”) o aluno seja capaz de produzir mais proposições dinâmicas e menos estáticas.

Agora, utilizando os dados da MC15 e a mesma similaridade (51%), a HCA agrupou as categorias em 4 grupos (V-VIII) como mostrado no dendrograma da Figura X.

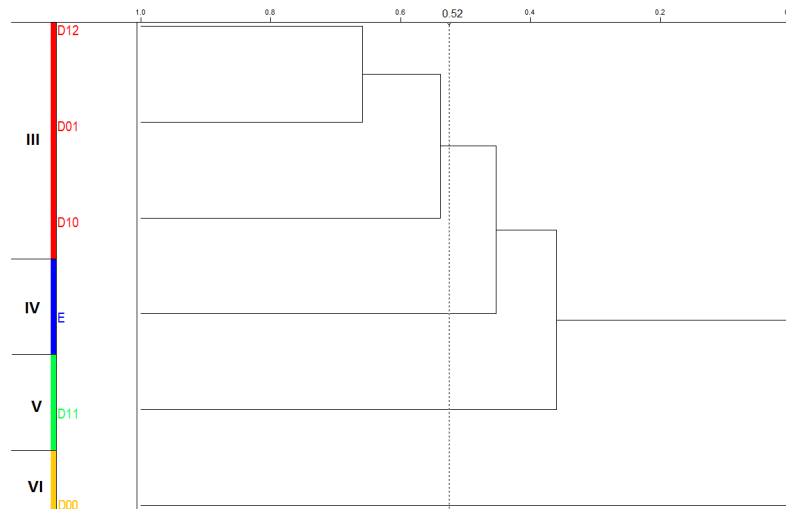


Figura 5 Dendrograma das 6 categorias semânticas utilizando o método *Ward/Incremental* e distância Euclidiana. Formação de 4 agrupamentos (III-VI) para 52% de similaridade - linha tracejada (dados de MC15).

Ao manter as mesmas condições de similaridades (51%-52%) de MC5 para MC15, esperava-se observar diferenças entre o agrupamento das categorias. Nesse caso, houve o aparecimento de uma maior quantidade de agrupamentos, mostrando que as características das proposições foram as mais diversas possíveis. Isso pode mostrar que os alunos exploraram mais a relação de influência e dependência entre os conceitos (seja causal ou não, quantificado ou não).

A HCA aplicada aos alunos resultou no dendrograma, utilizando as informações da MC5, (Figura 6). Em seguida, os alunos de cada agrupamento (P, Q e R) foram identificados e calculou-se a média do número de proposições classificada em cada categoria (E, D00, D01, D10, D11 e D12). Elaborou-se então o Gráfico 1 com esses valores médios, por agrupamento e por categoria

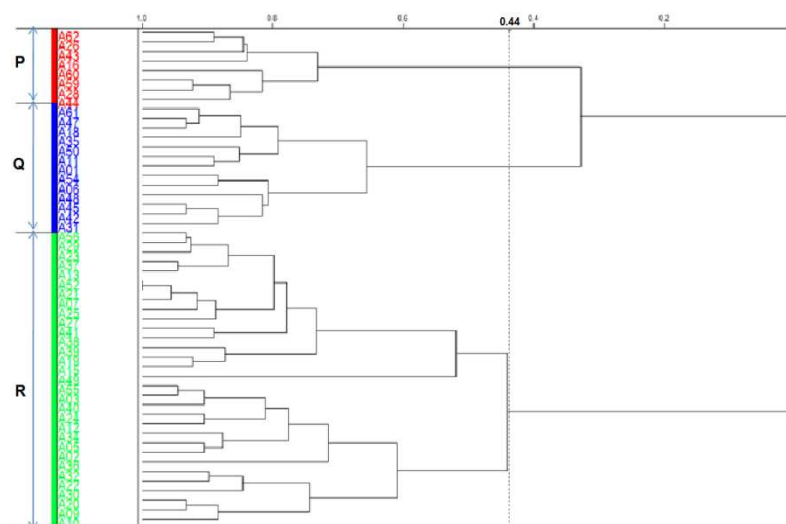


Figura 6 Dendrograma dos 52 alunos utilizando o método *Ward/Incremental* e distância Euclidiana. Formação de 3 agrupamentos (P, Q e R) para 44% de similaridade - linha tracejada (dados de MC5).

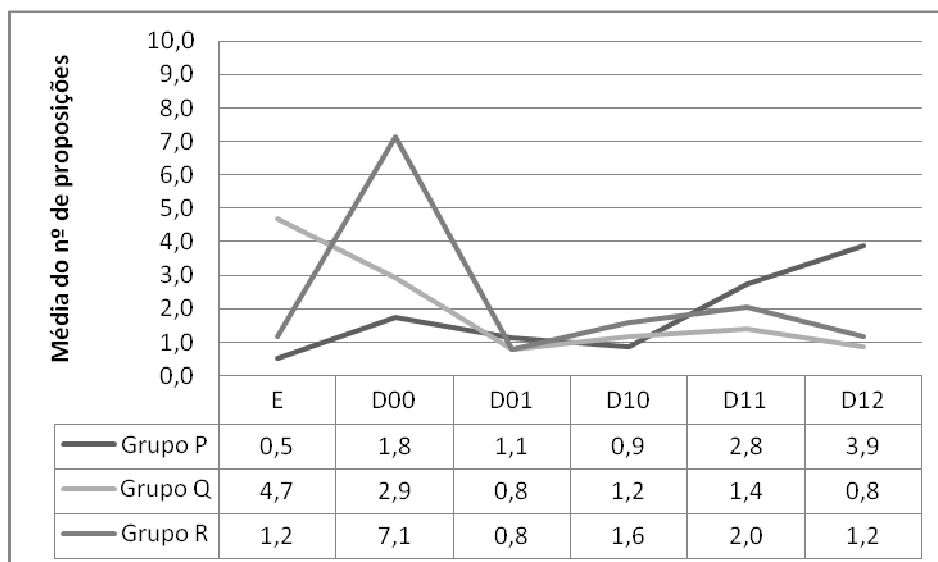


Gráfico 1 Média do número de proposições em cada categoria semântica separado por agrupamentos resultantes da HCA (Dados de MC5).

Percebe-se que, na primeira avaliação (MC5), o agrupamento de alunos R (n=31) compõe 60% dos alunos, sendo que os MC apresentam uma maior quantidade de proposições do tipo D00 (dinâmica não causal sem quantificação). Já o agrupamento Q (n=13), corresponde a 25% dos alunos e que, apesar de todos os incentivos metodológicos, tiveram suas proposições em sua maioria classificada como estáticas. E, por fim, o grupo P (n=8) pertence somente a 15% dos alunos, e que elaboraram proposições predominantemente D12 (causais com quantificação total), o que pode ser justificada pela obrigatoriedade da utilização de um conceito quantificado. Pode-se dizer então que 85% dos alunos tiveram seus MC com proposições que requerem baixa carga cognitiva, realizando relações conceituais descritivas (E) e/ou de dependência de baixa complexidade (D00).

A HCA aplicada aos alunos resultou no dendrograma, utilizando as informações da MC15, (Figura 7) resultou em três agrupamentos (S, T e U). Em seguida, os alunos de cada grupo foram identificados e calculou-se a média do número de proposições classificada em cada categoria (E, D00, D01, D10, D11 e D12). Elaborou-se então o Gráfico 2 com esses valores médios, por agrupamento e por categoria

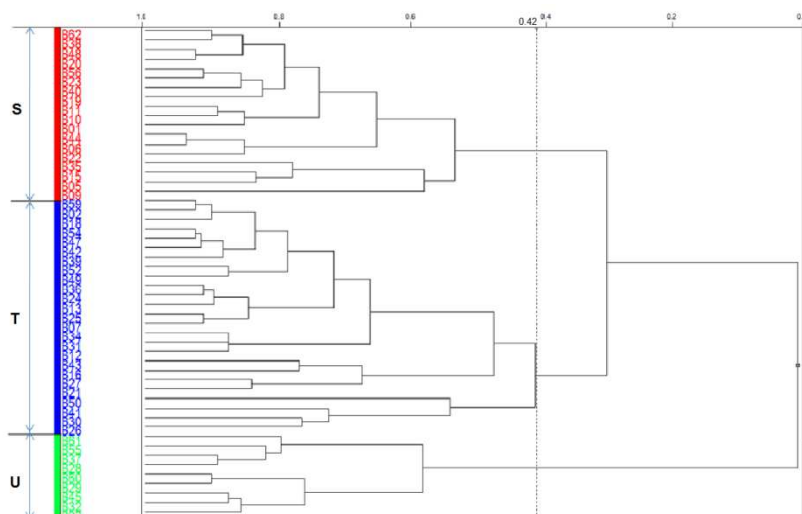


Figura 7 Dendrograma dos 52 alunos utilizando o método *Ward/Incremental* e distância Euclidiana. Formação de 3 agrupamentos (S, T e U) para 42% (0,42) de similaridade - linha tracejada (Dados de MC15).

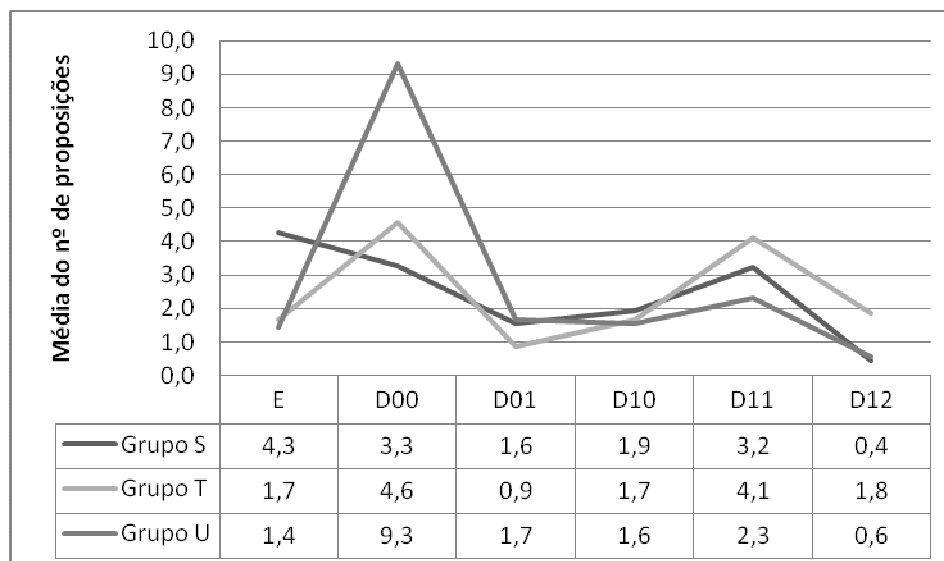


Gráfico 2 Média do número de proposições em cada categoria semântica separado por agrupamentos resultantes da HCA (Dados de MC5).

Utilizando os dados da MC15, o HCA agrupou os alunos em três segmentos (S, T e U). Os alunos de cada agrupamento foram identificados e calculou-se a média do número de proposições classificada em cada categoria (E, D00, D01, D10, D11 e D12). Em seguida elaborou-se um gráfico com esses valores médios, por agrupamento e por categoria.

Percebe-se que, na última avaliação da disciplina (MC15), o agrupamento de alunos T (n=25) compõe 48% dos alunos, sendo que os MC apresentam uma maior quantidade de proposições do tipo D00 (dinâmica não causal sem quantificação). O segundo maior agrupamento, S (n=18), corresponde a 35% dos alunos e que, apesar de todos os incentivos metodológicos, tiveram suas proposições em sua maioria classificada como estáticas. E, por fim, o grupo U (n=9) pertence somente a 17% dos alunos, que elaboraram proposições predominantemente D00 novamente. Pode-se dizer então que 65% dos alunos tiveram seus MC com proposições dinâmicas sem quantificação e sem causa e efeito.

Ao realizar uma análise comparativa do processo avaliativo da disciplina (MC5 e MC15) percebe-se que, de modo geral, o número total de proposições aumentou, porém esse aumento é proporcionalmente distribuído em todas as categorias, ou seja, ainda existem alunos que elaboram proposições descritivas como aqueles que optaram pelas dinâmicas, mostrando a idiosincrasia que o MC revela. Os agrupamentos possuem a mesma tendência tanto na primeira como na última avaliação.

Existia uma hipótese de que os estímulos fornecidos nas duas avaliações (MC5 e MC15) estimulariam os alunos a realizarem menos proposições estáticas e mais dinâmicas, o que acabou se verificando já que tanto na MC5 como na MC15, mais de 60% dos alunos elaboraram proposições essencialmente dinâmicas sejam elas causais ou não causais, quantificadas parcial ou totalmente.

Isso indica que tanto a pergunta focal iniciada com “Como”, quanto os conceitos obrigatórios quantificados auxiliam na construção de relações conceituais de dependência e influência.

## Exemplos ilustrativos de MCs

Para ilustrar as mudanças no tipo de proposições de MC5 para MC15, escolheu-se um aluno que pertence ao grupo.

Figura 8. MCs obtidos durante as avaliações inicial e final da disciplina de CN: (a) MC5 elaborado por um aluno com alto índice de proposições estáticas (linha tracejada) e (b) MC15 elaborado pelo mesmo aluno, que agora apresenta um maior índice de proposições dinâmicas (linha contínua)

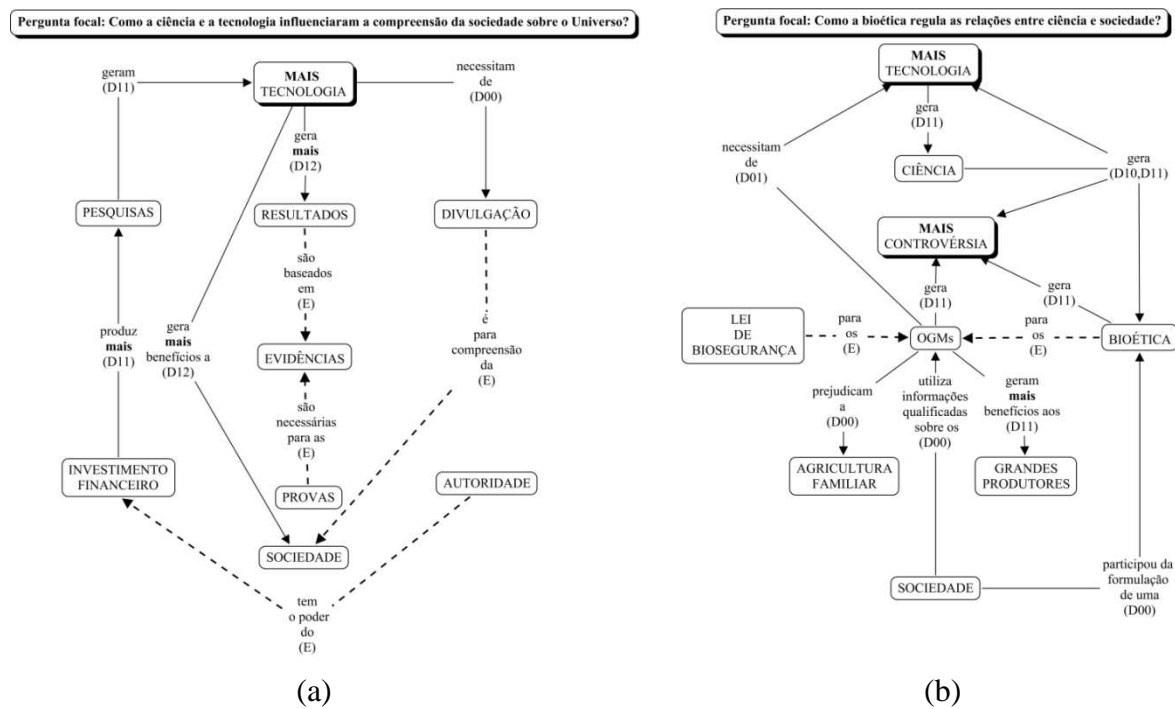


Figura 8. Mapas conceituais produzidos nas duas avaliações da disciplina de Ciências da Natureza de um mesmo aluno. (a) MC5 pertencente ao grupo Q (Gráfico 1) com predominância de proposições estáticas (linhas tracejadas); (b) MC15 do mesmo aluno, que agora pertence ao grupo T (Gráfico 2) com predominância de proposições dinâmicas (linhas contínuas).

Na Figura 8a observa-se o MC do aluno típico do grupo Q (Gráfico 1) já que possui alto índice de proposições estáticas (45%) mesmo sendo capaz de elaborar proposições dinâmicas (D01, D11 e D12), porém em menor quantidade. O MC da Figura 8b, representa o aluno típico do grupo T (Gráfico 2), pois possui alto índice de proposições D00 e D11 (54%) com diminuição na elaboração das proposições do tipo estáticas. Ainda que o aluno tenha aumentado o número total de proposições e que tenha explorado de forma mais diversificada os tipos de proposições dinâmicas, não necessariamente pode-se afirmar que houve uma evolução proposicional, sendo necessária uma avaliação mais profunda do conteúdo descrito nessas proposições.

## Considerações Finais

No mapeamento conceitual as proposições são unidades fundamentais para compreensão das relações entre os conceitos em um dado domínio do conhecimento. Elas podem ser analisadas

de acordo com um esquema taxonomômico que faz um detalhamento avaliando: [1] o verbo utilizado na frase de ligação (estática e dinâmica), [2] a relação de causa e efeito entre os conceitos iniciais e finais, e [3] a quantificação dos conceitos (ausente, parcial e totalmente quantificada).

O tratamento dos dados pelo HCA de um conjunto de 104 MCs confirmaram a possibilidade de padrões de identificação de tendências entre os alunos e/ou categorias e a eficácia dos estímulos fornecidos para o aumento na produção de proposições dinâmicas.

Apesar deste trabalho explorar os MCs sobre o ensino da ciência, acredita-se que o esquema taxonomômico para análise proposicional tem uma ampla gama de aplicações, incluindo usos educacionais e corporativos.

## Referências

BouJaoude, S; Attieh, M. The effect of using concept maps as study tools on achievement in chemistry. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, 4(3), 233-246, 2008.

Correia, P.R.M. et al. From Theory to Practice: The Foundations for Training Students to Make Collaborative Concept Maps. **In: Proc. Third Int'l Conference on Concept Mapping. Tallin, Estonia: 2008.**

Derbentseva, N.; Safayeni, F.; Canas, A. J. Concept Maps: Experiments on Dynamic Thinking. **Journal of Research in Science Teaching**, 44, 448-465, 2007.

Kaufman, L., & Rousseeuw, P. J. Find groups in data: an introduction to cluster analysis. **Hoboken: John Wiley & Sons**, 2005.

Marriot, R.; Torres, P. L. **Handbook of research on collaborative learning using concept mapping**. Hershey, PA: IGI, 2009.

Meagher, T. Can an analysis of student concept maps measure changes in environmental literacy? **Electronic Journal of Science Education**, v. 13, n. 1, p. 85-112, 2009.

Miller, N. L., & Cañas, A. J. A semantic scoring rubric for concept maps: design and reliability. In: A. J. Cañas, P. Reiska, M. Ahlberg, & J. D. Novak (Eds.), **Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping**. Tallin (Estonia) & Helsinki (Finland): OÜ Vali Press, 2008.

Moreira, Marco Antonio. **A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel**. Cap. 10, p. 151-165. In: Teorias da Aprendizagem. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, EPU, 1999.

Nesbit, J. C.; Adesope, O. O. Learning with concept and knowledge maps: a meta-analysis. **Review of Educational Research**, v. 76, n. 3, p. 413-448, 2006.

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. 548-571, 2002.

Novak, J. D. **Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations**. 2nd Ed. NY: Routledge, 2010.

Romano Jr, J. G.; Correia, P. R. M. A taxonomic scheme for propositional analysis. In: **Proc. Fourth Int'l Conference on Concept Mapping. Viña del Mar, Chile**: 2010.

Safayeni, F., Derbentseva, N.; Cañas, A. J.. A theoretical note on concepts and the need for cyclic concept maps. **Journal of Research in Science Teaching**, 42(7), 741-766. concept maps. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 741-766, 2005.

Struchiner, M.; Ricciardi, R. M. V.; Gianella, T. R. Construção e reconstrução de um sistema hipermídia sobre anticorpos monoclonais com base na estrutura cognitiva do especialista de conteúdo. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 3, p. 247-260, 2006.