

Mapas conceituais no ensino de ciências: avaliando como os alunos articulam diferentes materiais instrucionais

Concept maps in science education: evaluating how students articulate different instructional materials

Elaine Aparecida Cerdeira Machado

Escola Estadual Parque Residencial Almerinda Chaves, Jundiaí, SP.
ecm1973@uol.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

A seleção criteriosa dos materiais instrucionais (MIs) é um fator crítico do planejamento do ensino. O presente trabalho tem como objetivo verificar como os alunos articulam diferentes MIs utilizando mapas conceituais (MCs) em diferentes condições experimentais: MC1 (baixa restrição para seleção de conceitos) e MC2 (alta restrição para seleção de conceitos). Os resultados indicaram que na condição MC1 as integrações que envolvem conceitos com MIs de origem diferentes representaram 56,5% das proposições. Na condição MC2 essas integrações representaram mais de 70%. A alta restrição na condição MC2 exigiu que os alunos fossem mais criteriosos para selecionar os conceitos e proposições do MC. Isso evidencia o valor da identificação da origem dos MIs e também das estratégias de elaboração de MCs, as quais podem ser intencionalmente utilizadas para estimular ou não a integração entre os MIs, a fim de promover a aprendizagem significativa.

Palavras chave: aprendizagem, avaliação, ensino de ciências, mapas conceituais, materiais instrucionais.

Abstract

The careful selection of instructional materials (IMs) is critical factor in the planning of teaching. This study aims to verify how students articulate different IMs using concept maps (CMs) in different experimental conditions: CM1 (low restriction for selection of concepts) and CM2 (high restriction for selection of concepts). The results indicated that in the

condition CM1 the integration involving concepts from different IMs represented 56.5% of the propositions. In condition CM2 this integration represented more than 70%. High restriction in CM2 required that the students to be more discerning to select the concepts and propositions of the CM. This finding highlights the value of identifying the origin of IMs and also the strategies for CM elaboration, which can be used intentionally to stimulate or not the integration between IMs, in order to promote meaningful learning.

Key words: learning; evaluation, science education, concept maps, instructional materials.

Introdução

Os mapas conceituais (MCs) são organizadores gráficos que contém proposições, que expressam a relação entre dois conceitos por meio de um termo de ligação (conceito inicial – termo de ligação → conceito final). A inclusão do termo de ligação entre os conceitos é o principal diferencial dos MCs, em comparação com outros organizadores gráficos, tais como mapas mentais e fluxogramas (NOVAK, 2010).

Os MCs estimulam a aprendizagem significativa, em detrimento da aprendizagem mecânica (AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 2006). A Teoria da Assimilação através da Aprendizagem e da Retenção Significativas foi proposta por David Ausubel em 1963. Apesar de completar 50 anos em 2013, os alicerces conceituais dessa teoria foram revisados e ratificados recentemente (AUSUBEL, 2000).

Segundo Ausubel, o processo de aprendizagem é caracterizado num continuum entre dois extremos (aprendizagem significativa e mecânica). Na aprendizagem significativa as relações entre a nova informação e os conhecimentos prévios (aspectos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de cada indivíduo) são estabelecidas de forma não arbitrária e não literal. Essa aprendizagem exige mais esforço do aluno porque ele precisa relacionar o que ele já sabe com as novas informações. Na aprendizagem mecânica o aluno não consegue conferir sentido entre o que ele já sabe e a nova informação. Essa aprendizagem ocorre quando essas relações são estabelecidas de forma arbitrária e literal (NOVAK, 2010; AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 2006). A Teoria da Assimilação através da Aprendizagem e da Retenção Significativas apresenta três condições que devem ser consideradas para que se verifique a ocorrência da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2000):

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

A seleção criteriosa dos materiais instrucionais (MIs) é um fator crítico do planejamento do ensino. Segundo Ausubel, os MIs devem ser potencialmente significativos. Isso significa que os alunos devem ser capazes de relacionar esses materiais com os seus conhecimentos prévios de forma não arbitrária e não literal, ou seja, por meio da criação de novos significados (NOVAK, 2010; AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 2006). Utilizar vários MIs pode ser útil para atingir alunos que apresentam conhecimentos prévios diferentes. A compreensão adequada sobre o tema da disciplina pode ser dependente da articulação entre os MIs. Além disso, o professor precisa ter um instrumento de avaliação capaz de verificar como os alunos relacionam os conceitos a partir dos MIs. Isso permite ao professor fazer uma avaliação sobre o seu planejamento do ensino com o objetivo de manter os alunos comprometidos com a

aprendizagem significativa (MENDES, CICUTO e CORREIA, 2013). Essa abordagem expande a possibilidade de uso dos MCs como ferramenta de avaliação, normalmente restrita à verificação da aprendizagem conceitual dos alunos. Novas estratégias precisam ser investigadas a fim de potencializar o uso dos MCs para permitir a articulação de diferentes MIs. O presente trabalho tem como objetivo utilizar os MCs para verificar como os alunos articulam diferentes MIs. Para isso, vamos apresentar um estudo comparativo com 2 condições experimentais.

Metodologia

Coleta dos dados

Os mapas conceituais (condição experimental MC1=26 e condição experimental MC2=26) foram coletados durante a disciplina de Ciências da Natureza (CN). Ela é oferecida pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH/USP Leste). A Tabela 1 descreve as atividades propostas para a discussão sobre bioética na disciplina CN. As discussões sobre esse tema envolvem: 1. a evolução e a origem da vida, 2. o DNA e os avanços da biologia molecular, 3. as implicações médicas da biologia molecular e 4. a lei de biossegurança brasileira. Os alunos passaram por um período de treinamento em MCs antes de realizarem as atividades envolvendo o tema da bioética. As atividades do período de treinamento já estão descritas na literatura (CORREIA, INFANTE-MALACHIAS e GODOY, 2008).

Tabela 1 – Atividades didáticas sobre bioética desenvolvidas na disciplina Ciências da Natureza (CN).

Aula	Material utilizado	
	Texto	Vídeo
1	“Explicando o muito improvável” (Dawkins, 2001) [A]	-
2	“Ciência, genética e ética: memorando para Tony Blair” (Dawkins, 2005) [B]	Palestra “Aprimorar é humano” (http://tinyurl.com/aprimorar-e-humano) [C]
3	-	Documentário “DNA: a promessa e o preço” produzido em 2005 pela Discovery Channel [D]
4	“Clonagem e células-tronco” (Zatz, 2004) [E]	Documentário “DNA: a promessa e o preço” produzido em 2005 pela Discovery Channel [D]

Procedimentos experimentais

Os alunos elaboraram MCs em 2 condições experimentais diferentes: MC1 (baixa restrição para seleção de conceitos) e MC2 (alta restrição para seleção de conceitos). As estratégias da condição experimental MC1 (Figura 1a) e MC2 (Figura 1b) tem como objetivo contribuir com a integração entre diferentes MIs, através do estímulo ao exercício de síntese.

- Na condição MC1 (Figura 1a) o aluno poderia utilizar até 24 conceitos extraídos dos MIs utilizados durante a fase de aprendizagem (4 aulas). Eles tinham a possibilidade de utilizar 4 conceitos para os materiais A, B, C e E e 8 conceitos para o material D (o documentário é longo e, por isso, o número de conceitos foi maior). Os quadros oferecidos na condição MC1 permitiram que os alunos declarassem a origem dos

conceitos de acordo com os MIs (A-E). A pergunta focal também foi estabelecida pelos alunos (parâmetro utilizado para seleção dos conceitos e dos termos de ligação mais relevantes). Nessa etapa, os alunos tiveram a possibilidade de rever todos os MIs, identificar os principais conceitos e integrá-los em uma rede proposicional significativa.

- A condição MC2 (Figura 1b) foi elaborado com 9 conceitos, sendo 8 selecionados pelos alunos e 1 pelo professor. O conceito obrigatório utilizado foi “clonagem”. O objetivo principal dessa condição foi promover um exercício de síntese para verificar como os alunos selecionam os conceitos mais relevantes do seu MC anterior (condição experimental MC1). Essa condição experimental foi inspirada no MC cíclico e as experiências com o pensamento dinâmico, descritos na literatura (DERBENTSEVA, SAFAYENI e CAÑAS, 2007). Ela exige capacidade de síntese porque restringe o número de conceitos utilizados durante a construção do MC, sem limitar a quantidade de proposições entre os conceitos. Nessa condição os alunos deveriam responder a uma pergunta focal que foi selecionada pelo professor (Como a bioética regula a relação entre a ciência e a sociedade?). Os círculos associados aos retângulos permitiram aos alunos informar a origem dos conceitos utilizados, de acordo com os MIs (A-E).

(a)

Considere os materiais utilizados durante as aulas. Faça uma re(leitura) 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 D

D5
D6
D7
D8

Material instrucional E

E1
E2
E3
E4

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 a bioética regula a relação entre a ciência e a sociedade?

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

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

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

[4] Indique a fonte do conceito no círculo que está vinculado a cada retângulo, de acordo com a codificação utilizada para elaborar o MC1.

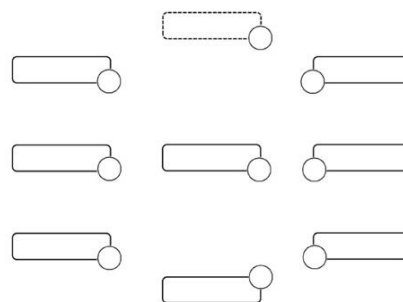


Figura 1. Instruções para elaboração dos MCs: (a) condição MC1 e (b) condição MC2.

Análise dos dados

Foram analisadas todas as proposições dos MCs produzidos na condição experimental MC1 (n=649) e na condição MC2 (n=314), considerando-se as indicações feitas pelos alunos (Figura 1). Utilizamos uma matriz de correlação com todas as possíveis relações entre os diferentes MIs (A-E). Uma descrição quantitativa dessas relações foi realizada para a condição MC1 e para a MC2. O objetivo foi verificar as frequências das proposições com relações estabelecidas entre os conceitos oriundos de um mesmo MI, e compará-las com as frequências de relações entre os conceitos oriundos de diferentes MIs. Essa comparação foi feita nas 2 condições experimentais em estudo.

Resultados e Discussões

A Figura 2 apresenta dois gráficos de frequência das proposições que envolveram conceitos de um único MI (barras brancas) e das proposições com conceitos de MIs diferentes (barras pretas). A Figura 2a foi elaborada a partir das informações extraídas dos MCs da condição MC1 e a Figura 2b foi elaborada a partir das informações dos MCs da condição MC2.

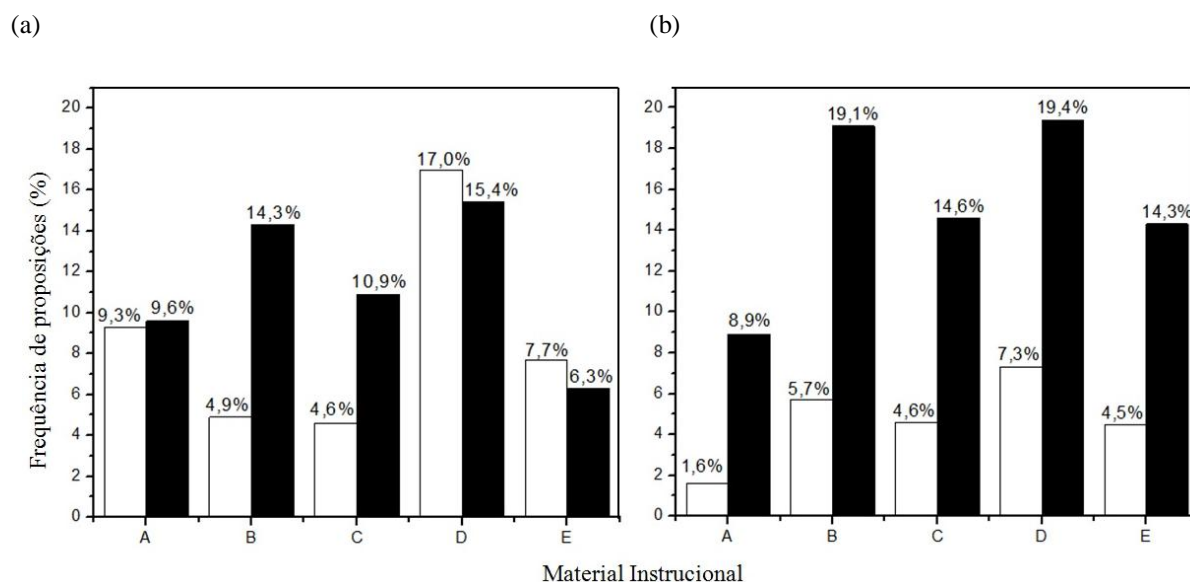


Figura 2. Gráficos de frequência das proposições que envolveram conceitos de um mesmo MI (barras brancas) e das proposições que envolveram conceitos de diferentes MIs (barras pretas) para (a) condição MC1 e (b) condição MC2.

A análise da Figura 2a revela que as relações com conceitos oriundos de um mesmo MI (barras brancas) representam 43,5% das proposições, enquanto as relações que envolvem conceitos com origem em MIs diferentes representam 56,5%. Esse gráfico de frequência revela dois padrões: 1. Os materiais B e C apresentaram diferenças muito pronunciadas entre proposições para o mesmo MI (barras brancas) comparado com as proposições de MIs diferentes (barras pretas); 2. Os materiais A, D e E apresentaram diferenças pouco pronunciadas entre proposições para o mesmo MI (barras brancas) comparado com as proposições de MIs diferentes (barras pretas). As maiores frequências para as proposições com conceitos oriundos do mesmo MI foram observadas para os materiais D (17,0%) e A (9,3%). Destacamos que os valores do material D são maiores porque os alunos tinham a opção de selecionar até 8 conceitos, enquanto para os demais materiais apenas 4 conceitos. As porcentagens mais baixas para esse tipo de relação (mesmo MI) foram observadas para os materiais B (4,9%) e C (4,6%) e valores intermediários para o material E (7,7%). Os maiores

valores de frequência para as relações entre conceitos oriundos de diferentes MIs (barras pretas) foram observadas para os materiais B (14,3%) e D (15,4%). Baixa frequência de proposições foi observada para o material E (6,3%) e valores intermediários de frequência foram identificados para os materiais A (9,6%) e C (10,9%).

A análise da Figura 2b revela que as relações com conceitos oriundos de um mesmo MI (barras brancas) representam menos de 24% das proposições, enquanto as relações que envolvem conceitos com origem em MIs diferentes representam mais de 70% das proposições. Esse gráfico de frequência evidencia diferenças muito pronunciadas entre as proposições para o mesmo MI (barras brancas) e as proposições de MIs diferentes (barras pretas) para todos materiais (A-E). A maior frequência para as proposições com conceitos oriundos do mesmo MI foi identificada para o material D (7,3%). Baixa frequência para as relações com o mesmo MI foi observada para o material A (1,6%) e valores intermediários para os materiais B (5,7%), C (4,6%) e E (4,5%). As maiores frequências para as relações entre conceitos oriundos de diferentes MIs (barras pretas) foram observadas para os materiais B (19,1%) e D (19,4%). Baixa frequência de proposições foi observada para o material A (8,9%) e valores intermediários de frequência foram identificados para os materiais C (14,6%) e E (14,3%).

A comparação das Figuras 2a e 2b permite observar que na elaboração dos MCs na condição MC2 os alunos articularam mais os diferentes MIs, de forma a organizar e sintetizar os diversos conceitos apresentados. A alta restrição para seleção de conceitos na condição MC2 exige que os alunos busquem relações entre os conceitos que eles julguem mais relevantes para: 1. responder a pergunta focal (Como a bioética regula a relação entre a ciência e a sociedade?); 2. fazer articulações com o conceito obrigatório (clonagem); 3. utilizar uma estrutura que limita o número de conceitos na construção do MC, sem limitar a quantidade de proposições; e 4. fazer o exercício de síntese, através da seleção e revisão de conceitos mais relevantes do MC da condição MC1. Essa combinação de fatores contribuiu para que os alunos buscassem maiores articulações entre os diferentes MIs. Destacamos que isso não significa que as relações estabelecidas estavam conceitualmente corretas. Por outro lado, o desafio de estabelecer relações conceituais entre os diferentes MIs apresentados durante as aulas é mais sofisticado do as relações entre o mesmo MI. Além disso, a compreensão adequada sobre o tema da bioética na disciplina CN dependia da articulação entre esses materiais.

Os MCs da Figura 3 ilustram o MC da condição MC1 (Figura 3a) e da condição MC2 (Figura 3b) de um mesmo aluno, os quais representam baixa e alta integração entre os diferentes MIs, respectivamente. Os MCs da Figura 3 ilustram os padrões observados na Figura 2.

Na Figura 3a nota-se que apenas 25% das proposições envolvem articulações entre conceitos de diferentes MIs. Os conceitos oriundos de cada MI ficam concentrados em pontos específicos do MC. A integração ocorre quando cada conjunto de conceitos extraídos de um mesmo MI, por sua vez, se liga a outro conjunto de conceitos. O exemplo abaixo retrata essa integração:

- genética (B) – mexendo na → ciência (A)
- ciência (A) – está em → construção (A)
- construção (A) – favorece o → evolucionismo (A)
- evolucionismo (A) – inclui a → seleção natural (A)

Na Figura 3b é possível observar que há maior integração na rede proposicional. A avaliação das relações presentes nesse MC permite verificar que mais de 70% das proposições articulam conceitos de diferentes MIs. Os exemplos abaixo mostram como o conceito inicial do MC (ciência) foi relacionado com os outros conceitos:

- ciência (A) – é composta por → evidências (B)
- genética (B) – modifica a → ciência (A)
- doenças (D) – ajudam no estudo da → ciência (A)
- ciência (A) – ajuda a guiar a → sociedade no futuro (C)

A avaliação conjunta das Figuras 3a e Figura 3b permite inferir que a qualidade das proposições estabelecidas melhorou (ex: condição M1: genética – mexendo na → ciência/ condição MC2: genética – modifica a → ciência; condição MC1: evidências – com a ajuda da → tecnologia/ condição MC2: evidências – são descobertas com a ajuda da → tecnologia). Essas alterações na rede proposicional são resultado do exercício de síntese, através da seleção e revisão de conceitos e proposições mais relevantes da condição MC1 para a elaboração do MC na condição MC2.

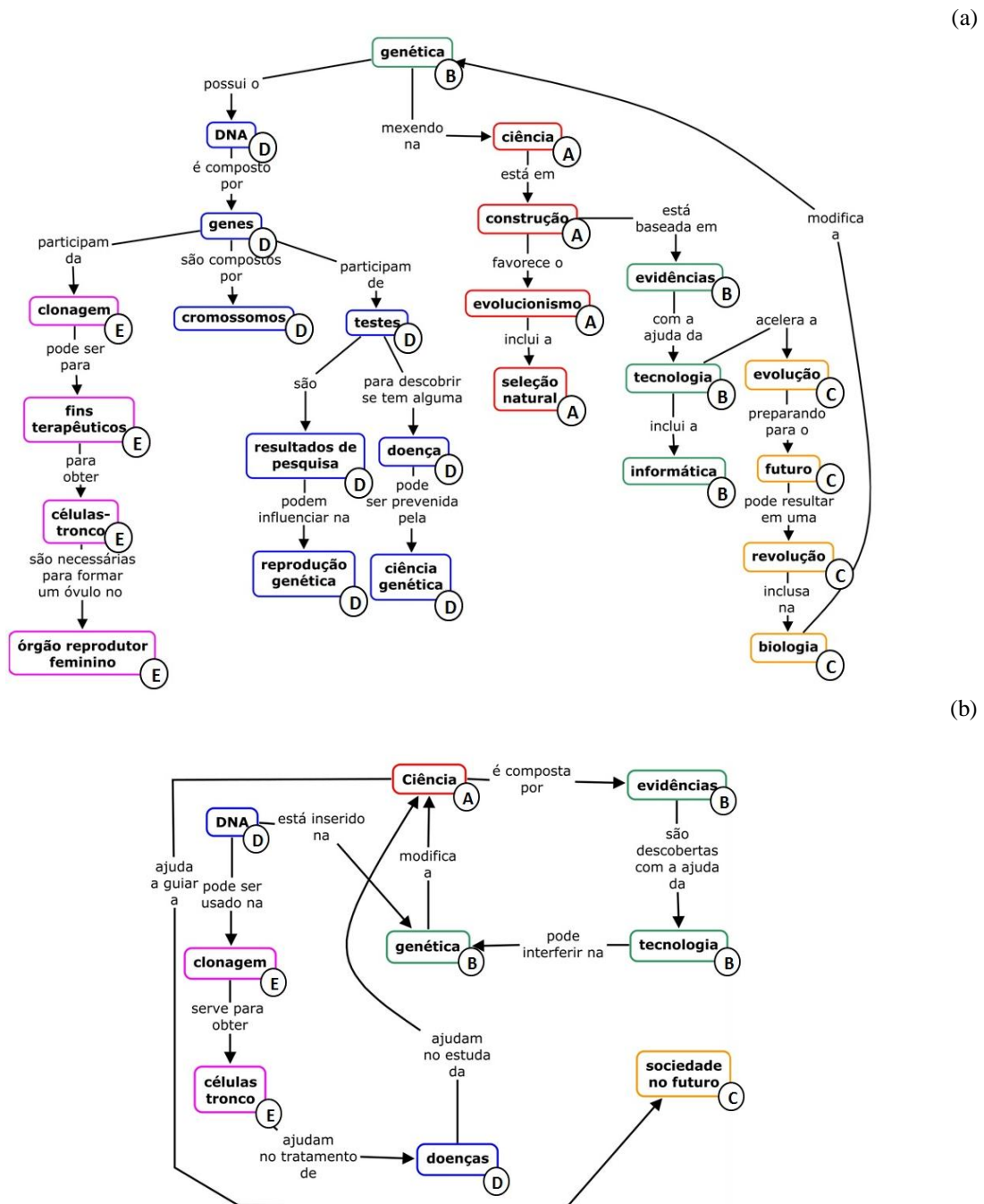


Figura 3 – MCs ilustrativos usando o campo circular para identificar a origem de cada conceito para diferentes MIs: (a) condição MC1 com baixa integração entre os MIs e (b) condição MC2 com alta integração entre os MIs.

Considerações finais

A identificação da origem dos MIs expande as práticas mais comuns que os professores já adotam ao utilizar MCs. O professor pode avaliar o impacto dos MIs utilizados durante as aulas e também fazer uma avaliação sobre o seu planejamento do ensino. A combinação de estratégias para a elaboração dos MCs permitiu verificar que a integração dos MIs foi potencializada na condição MC2, enquanto que na condição MC1 houve menor integração. Nenhuma dessas observações teria sido feita caso os MCs tivessem sido utilizados na sua forma convencional. Isso evidencia o valor da identificação da origem dos MIs de estudo indicados pelo professor e também das estratégias de elaboração de MCs, as quais podem ser intencionalmente utilizadas para estimular ou não a integração entre os MIs.

Agradecimentos

CNPq e FAPESP.

Referências

- AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- 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.
- DAWKINS, R. **O relojoeiro cego: a teoria da evolução contra o desígnio divino**. São Paulo: Companhia das Letras, p. 17- 41, 2001.
- DNA: a promessa e o preço. Gênero: Documentário. Duração: aprox. 100 min. Produção: Discovery Channel.
- DAWKINS, R. **O capelão do diabo: ensaios escolhidos**. São Paulo: Companhia das Letras, p. 54-72, 2005.
- MENDES, B.C.; CICUTO, C.A.T. e CORREIA, P.R.M. Nova abordagem para identificar como os alunos articulam diferentes materiais instrucionais utilizando mapas conceituais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2013, no prelo.
- MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006.
- NOVAK, J. D. **Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations**, NY: Routledge, 2010.
- ZATZ, M. Clonagem e células-tronco. **Estudos Avançados**, v. 18, n. 51, p. 247-256, 2004.