

# Uso de mapas conceituais para avaliar a compreensão dos alunos sobre sistema digestório

## Using concept maps to assess the students' understanding about digestive system

**Bárbara Chagas Mendes**

Colégio Eduardo Gomes (São Caetano, SP)  
barbara-chagas@hotmail.com

**Joana Guilaes de Aguiar**

Universidade de São Paulo (EACH/USP Leste)  
joana.aguiar.jga@gmail.com

**Paulo Rogério Miranda Correia**

Universidade de São Paulo (EACH/USP Leste)  
prmc@usp.br

### Resumo

Professores devem reconhecer o papel da instrução e avaliação para promover a aprendizagem significativa e minimizar o senso comum. Os mapas conceituais (MCs) podem ser uma ferramenta de avaliação interessante uma vez que revelam a estrutura do conhecimento declarativo dos alunos. O objetivo desse trabalho foi utilizar MCs contendo erros conceituais como ferramenta de avaliação para verificar a compreensão dos alunos sobre sistema digestivo. Dezesesseis alunos do 8º ano participaram desta experiência. Eles leram um MC com nove erros classificados como ingênuo, de processo e bioquímico, após um período de recuperação intensiva. Os resultados confirmaram que as proposições com erros podem ser classificadas de acordo com a visão dos professores sobre o conteúdo específico. Eles também revelaram o nível de conhecimento dos alunos sobre o conteúdo, já que alguns erros conceituais não foram observados na leitura do MC. Essa estratégia permite a utilização de MCs como ferramenta útil de avaliação.

**Palavras chave:** mapas conceituais, avaliação, erros conceituais, sistema digestório, ensino-aprendizagem de Ciências

### Abstract

Teachers must acknowledge the role of instruction and assessment to foster meaningful learning and minimize common-sense knowledge. Concept maps (Cmaps) can be an interesting assessment tool because they reveal the structure of students' declarative knowledge. The aim of this paper was to use Cmaps containing some misconceptions as assessment tool to check students' understanding about the digestive system. Sixteen students from 8<sup>th</sup> grade took part into this experiment. They read a Cmap with 9 conceptual errors,

which were classified into naïve, process and biochemistry, after an intensive recovery study period. The results confirmed the propositions with conceptual errors can be classified according to the teachers' view about the specific content. They also revealed students' misunderstandings about digestive system when some of the conceptual errors were not noted during the reading of the Cmap. This strategy allows the use of Cmaps as a valuable assessment tool.

**Key words:** concept maps, assessment, misconceptions, digestive system, Science teaching and learning

## Introdução

Aprender Ciências é muito mais do que a capacidade de recordar informações, fatos e nomes; requer o engajamento do indivíduo em um processo pessoal de construção e atribuição de significados. O processo de aquisição de conhecimento científico implica em o sujeito agir intencionalmente para criar significado entre o conhecimento prévio existente em sua estrutura cognitiva e as novas informações. A aprendizagem significativa ocorre quando o sujeito é capaz de aplicar as novas informações modificadas em sua estrutura cognitiva a contextos diferentes daqueles em que ocorreu a aprendizagem, mesmo após longo período de tempo (AUSUBEL, 2000; MAYER, 2002).

Para incentivar a aprendizagem significativa e minimizar as ideias de senso comum sobre o funcionamento dos processos complexos do corpo, os professores de Biologia devem reconhecer a importância do planejamento da instrução e da avaliação. Dentre as várias estratégias avaliativas adotadas no ensino de Biologia, os mapas conceituais (MCs) têm se mostrado bastante eficientes (SCHMID e TELARO, 1990; KINCHIN, HAY, ADAMS, 2000; HENNO e REISKA, 2008).

## Mapas conceituais como ferramenta de avaliação

Os MCs são organizadores gráficos que consistem em uma rede de conceitos interligados de modo hierárquico. Os conceitos correspondem aos termos mais importantes do assunto mapeado, e a relação entre dois conceitos, declarada a partir de um termo de ligação e uma ordem de leitura (seta), constitui uma proposição. A proposição é a unidade básica de significado do MC e poderá estar conceitualmente correta ou incorreta (NOVAK, 2010).

Tomemos como exemplo o MC apresentado mais adiante na Figura 2. Os conceitos “mastigação” e “boca” estão dentro de caixinhas e a seta indica a ordem de leitura da proposição número 4 (“mastigação – ocorre na → boca”). O termo de ligação “ocorre na” declara a relação entre os conceitos que, nesse caso, está conceitualmente correta. Entretanto, a simples adição da palavra negativa (p.ex. “mastigação – **não** ocorre na → boca”) ou a modificação de um dos conceitos (p.ex. “mastigação – ocorre na → **bexiga**”) invalidaria essa relação.

Ao assumir que o conhecimento sobre um conteúdo específico (p.ex. sistema digestório) é organizado em torno de conceitos centrais e que a aprendizagem significativa requer estrutura altamente integrada desses conceitos, podemos dizer que o MC é uma potencial ferramenta de explicitação e avaliação do conhecimento dos alunos (RUIZ-PRIMO e SHAVELSON, 1996). De modo geral, os MCs oferecem uma maneira de evidenciar a estrutura do conhecimento declarativo (fatos, definições, descrições, conceitos) dos alunos em um determinado conteúdo, além de fornecer tanto ao professor como ao aluno o *feedback* do processo de ensino-

aprendizagem (SHAVELSON e RUIZ-PRIMO, WILEY, 2005). Ainda que os MCs sejam usados como avaliação, normalmente, as tarefas mais comuns giram em torno da elaboração do MC pelo aluno. No caso deste trabalho, o objetivo é a utilização de um MC com erros conceituais para avaliar a aprendizagem dos alunos sobre sistema digestório.

## Metodologia

A coleta de dados ocorreu no contexto de um colégio particular em São Caetano do Sul, SP, em dezembro de 2012, durante a semana de recuperação intensiva (RI). A RI é um período no qual os alunos têm aulas de revisão dos conteúdos mais relevantes daquele ano letivo e são submetidos a nova avaliação que envolve atividade, trabalho e prova nas disciplinas em que não alcançaram a média mínima para aprovação anual (média 6,0).

Ao longo do ano letivo (três trimestres), a professora de Biologia utilizou os MCs em sala de aula como ferramenta de estudo e organização do conteúdo a ser ministrado (Figura 1).



Figura 1: Planejamento anual dos 8<sup>os</sup> anos (caixas com fundo azul) com a utilização dos MCs pela professora de Biologia (retângulos com fundo branco). A coleta de dados envolveu 16 alunos durante a atividade de recuperação intensiva

Dos 107 alunos dos 8<sup>os</sup> anos, apenas 16 ficaram de RI em Biologia. Como atividade, a professora de Biologia elaborou um MC contendo 38 conceitos e 44 proposições que responde à seguinte pergunta focal: *Como funciona a digestão?* As proposições foram previamente discutidas com outros professores de Biologia a fim de validá-las. Este MC foi utilizado como material de revisão e estudo durante a RI. Em seguida, a docente modificou nove proposições com o objetivo de transformá-las em erros conceituais (ver proposições coloridas na Figura 2) e pediu aos alunos para identificá-los e corrigi-los durante os 50 minutos de atividade de avaliação.

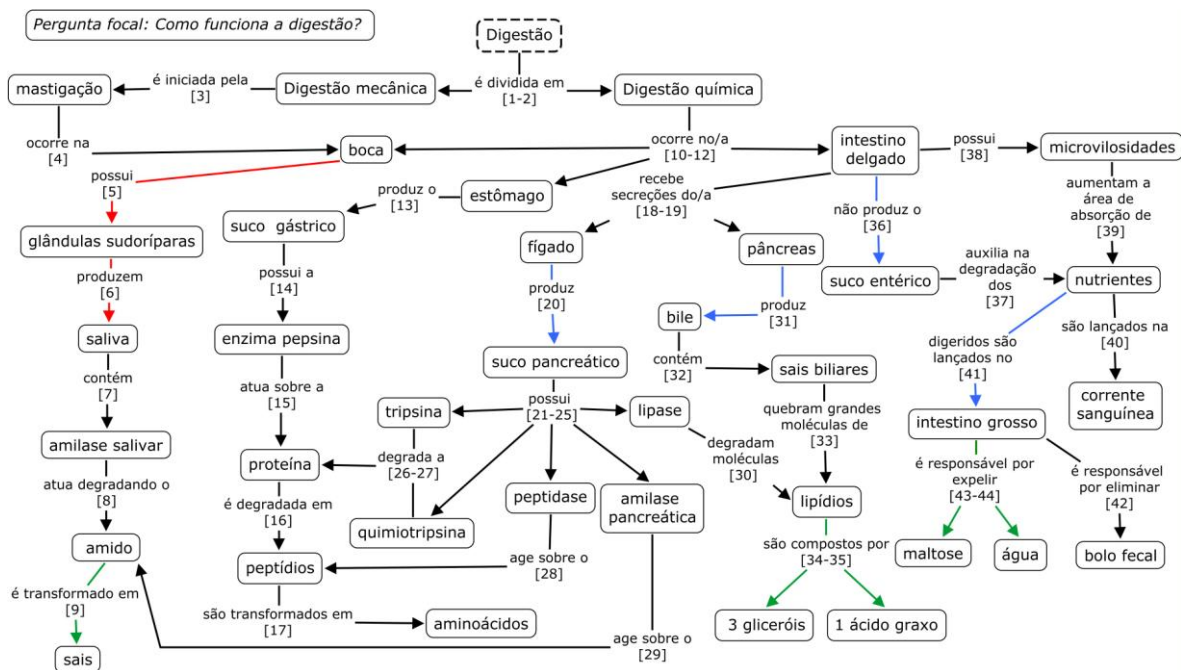


Figura 2: MC utilizado como instrumento de coleta de dados. Proposições coloridas indicam os erros conceituais que os alunos deveriam identificar durante a atividade de RI

Os erros conceituais do MC (ver proposições coloridas na Figura 2) podem ser enquadrados em três categorias:

- Erros ingênuos: são evidentes e exigem conhecimento superficial ao conteúdo. A identificação do erro é facilitada pela natureza semântica dos conceitos. Proposições 5 e 6 se enquadram nessa categoria (linha vermelha na Figura 2).
- Erros de processo: exigem conhecimento sobre os processos específicos do sistema digestório. A identificação do erro exige que o aluno reflita sobre as funções realizadas pelos órgãos. Proposições 20, 31, 36 e 41 enquadram-se nessa categoria (linha azul na Figura 2).
- Erros de bioquímica: exigem conhecimento que englobam nomenclaturas e funções molecular e bioquímica. A identificação do erro exige que o aluno articule outras áreas do conhecimento, como Química. Proposições 9, 34-35 e 43-44 enquadram-se nessa categoria (linha verde na Figura 2).

O primeiro passo da análise dos dados foi a contabilização de cada categoria de erros identificados pelos alunos. Esses erros receberam pontuação referente ao nível de especificidade das proposições em relação ao conteúdo, sendo atribuído +1 para os erros do tipo ingênuos, +2 para os de processo e +3 para os bioquímicos. Ao final, foi realizada análise individual, em que cada aluno apresentou a sua pontuação relativa à quantidade de erros apontados, transposta para uma escala de 0 a 10. Essa pontuação do MC foi comparada à nota real da atividade, sendo que a indicação dos erros pelos alunos possuía o mesmo peso.

## Resultados e discussão

A principal característica que distingue um erro ingênuo, de processo ou bioquímico diz respeito ao nível de especificidade e exigência demandada do aluno durante a leitura do MC. Os erros ingênuos são mais óbvios e generalistas, enquanto os erros de processo envolvem conhecimentos sobre funções particulares de cada órgão do sistema digestório. Por fim, os

erros bioquímicos são muito específicos, pois, abrangem a ação enzimática sobre as moléculas. Para evidenciar o apontamento de cada tipo de erro dentre os alunos em RI, fizemos o seguinte gráfico de frequência (Figura 3).

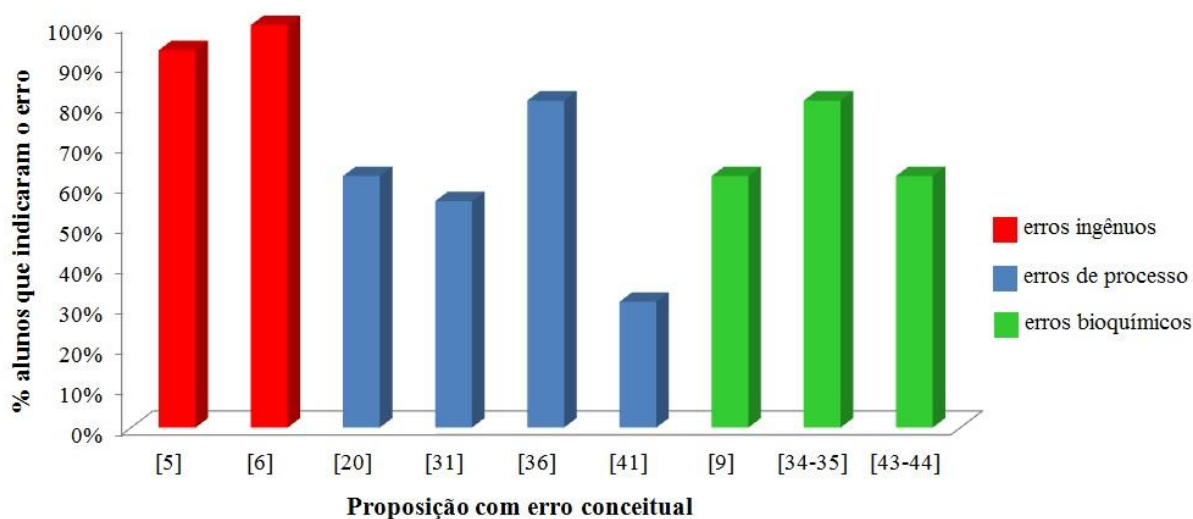


Figura 3: Porcentagem de alunos que indicaram cada um dos erros contidos nas proposições do MC da Figura 2

Dos erros do MC, os ingênuos foram predominantemente identificados pelos alunos (barras vermelhas na Figura 3). As proposições 5 e 6 foram apontadas por praticamente todos os alunos (94% e 100%, respectivamente). Isso indica que a proximidade semântica facilita a identificação desses erros. Por exemplo, glândula sudorípara remete ao conceito *suor* e não ao conceito *saliva*. Ao sugerir correções, os alunos dão preferência à modificação dos conceitos, como por exemplo, “boca possui glândulas salivares” (15 alunos ao total).

Dentre os erros de processo (barras azuis na Figura 3), as proposições 20 e 31 foram apontadas por aproximadamente 50% dos alunos. Quando observamos as sugestões de correção para essas proposições, fica claro que a proximidade dos conceitos faz com que os alunos corrijam-nos simultaneamente. Por exemplo, um aluno faz a correção simultânea quando sugere que “o fígado não produz o suco pancreático, ele produz a bile e o pâncreas não produz a bile” (7 alunos ao total).

A proposição 36 (intestino delgado — não produz → suco entérico) foi identificada por 81% dos alunos, indicando que este erro possui maior generalização dentre as demais. A facilidade em retirar a palavra de negação do termo de ligação para transformar o erro conceitual em uma proposição válida pode explicar a alta porcentagem de identificação do erro. No caso da proposição 41 (nutrientes — digeridos são lançados no → intestino grosso), 31% dos alunos compreendem que o processo de absorção de alguns nutrientes ocorre no intestino delgado e, conseqüentemente, os que não foram digeridos são lançados no intestino grosso. A inserção da palavra *não* no termo de ligação foi sugestão de correção preferida pelos alunos.

Dos erros bioquímicos, as proposições de número 34-35 foram apontadas por 81% dos alunos. Esse erro foi entendido como uma única unidade semântica, pois os *lipídeos* apresentam uma composição formada pela união de duas moléculas, sendo três moléculas de ácido graxo e uma de glicerol. O alto índice de apontamento pode ter sido facilitado pela inversão entre a quantidade de moléculas indicadas nos conceitos: 3 *gliceróis* e 1 *ácido graxo*. A maioria dos alunos corrigiu essa inversão.

As proposições 43-44, apontadas por 63% dos alunos, também foram entendidas como uma única unidade semântica. No caso, os alunos tiveram de identificar dois erros, um no termo de

ligação, que remete à função do *intestino grosso* de absorver (e não expelir); e outro referente aos conceitos *água* e *sais minerais* (e não *maltose*). Isso fica evidente quando a maioria dos alunos que apontaram esse erro fazem sugestões de correção simultânea e integrada dessas proposições. No caso da proposição 9, o processo bioquímico de transformação do *amido* em *maltose* (e não em *sais*), foi apontada por 63% dos alunos, os quais a corrigiram pela mudança no próprio conceito final. Por fim, o alto índice de apontamentos do erro tipo bioquímico evidencia domínio dos alunos sobre as funções enzimáticas e o resultado obtido com a ação delas no sistema digestório.

A comparação entre o rendimento do aluno, considerando a pontuação do MC, e o desempenho na atividade, para cada um dos 16 participantes da RI, pode ser vista na Figura 4.

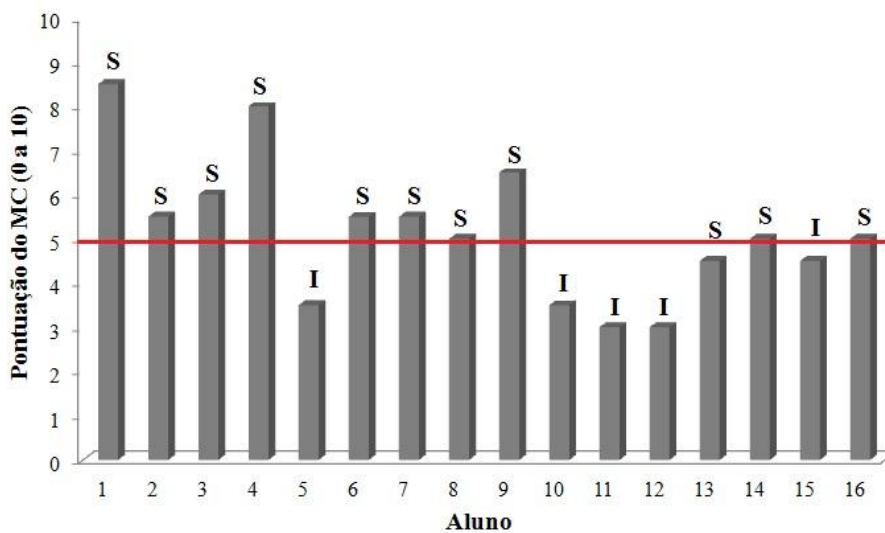


Figura 4: Comparação entre a pontuação do MC em uma escala de 0 a 10 (barras cinzas), o desempenho do aluno na atividade formal (Satisfatória – S ou Insatisfatória – I) e a média mínima da atividade (5,0 - linha vermelha)

A ideia central da Figura 4 é a comparação entre a pontuação do MC (em uma escala de 0 a 10) mostrada nos valores da barra (leitura no eixo) e o desempenho do aluno, considerando a nota tirada na atividade (pesos iguais para todos os erros). Essa última foi classificada em Satisfatória (S) ou Insatisfatória (I) de acordo com a pontuação mínima esperada para recuperação do conteúdo (nota 5,0 – linha vermelha). Para todos os alunos, com exceção do aluno 13, o rendimento satisfatório (S) também foi evidenciado por altas pontuações do MC (acima de 5,0 na barra). Da mesma forma, baixas pontuações do MC também refletem rendimento insatisfatório (I) na atividade. Isso significa que solicitar aos alunos que identifiquem os erros no MC, e aplicar uma atividade formal de avaliação revela o mesmo nível de conhecimento dos alunos em ambas às atividades e, conseqüentemente, o seu desempenho na recuperação do conteúdo.

No caso do aluno 13, apesar de ele apresentar pontuação inferior a 5,0, ele apresenta nível satisfatório na atividade, pois aponta 5 erros, totalizando 5,5 na atividade. Entretanto, desses 5 erros, dois foram ingênuos, dois de processo e apenas um bioquímico, totalizando pontuação 4,5 no MC. Isso mostra que o MC não apenas identifica o desempenho do aluno como evidencia o nível de compreensão que esse aluno possui sobre o tema mapeado.

## Considerações Finais

De acordo com a análise dos resultados, foi possível identificar que: (1) a capacidade do aluno

de ler e retirar informações do MC demonstra a qualidade do MC e sua potencialidade como ferramenta de avaliação; (2) as proposições do MC com erros envolvem níveis distintos de especificidade do conteúdo ministrado, sendo os ingênuos triviais e facilitados pela proximidade semântica, os de processos remetem às funções sistêmicas e os bioquímicos englobam estruturas moleculares e ação enzimática sobre os nutrientes; (3) a indicação de erros apontados pelos estudantes permite avaliação precisa e coerente em relação ao domínio do conteúdo e, (4) o uso de MCs com erros conceituais como ferramenta de avaliação é tão valioso quanto uma avaliação formal.

## Referências

- AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- HENNO, I.; REISKA, P. Using concept mapping as assessment tool in school biology. In: CAÑAS, A. J.; REISKA, P.; AHLBERG, M.; NOVAK, J. D. (Eds.). **Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping.** Tallin (Estônia) & Helsinki (Finlândia): OÜ Vali Press, 2008.
- 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**, vol. 42, n. 1, p. 43-57, 2000.
- MAYER, R. E. Rote versus meaningful learning. **Theory into Practice**, vol. 41, n. 4, p. 226-32, 2002.
- NOVAK, J. D. **Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations.** Nova York: Routledge, 2010.
- RUIZ-PRIMO, M. A.; SHAVELSON, R. J. Problems and Issues in the Use of Concept Maps in Science Assessment. **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 33, n. 6, p.569-600, 1996.
- SCHMID, R. F.; TELARO, G. Concept mapping as an instructional strategy for high school biology. **Journal of Educational Research**, vol. 84, n. 1, p. 78-85, 1990.
- SHAVELSON, R. J.; RUIZ-PRIMO, M. A.; WILEY, E. W. Windows into the mind. **Higher Education**, vol. 49, p. 413–30, 2005.