

O uso de mapas conceituais na avaliação da aprendizagem de interações intermoleculares em um curso preparatório para o ENEM

The use of concept maps in learning evaluation of intermolecular interactions in a preparatory course for the ENEM

Wasley Wagner Gonçalves (PG),¹ Tatiana Kristini Agostinho Munayer (PG),¹ Jéssica Oliveira Silva (PG),¹ Gilmar Pereira de Souza (PQ).¹

¹Universidade Federal de Ouro Preto, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências
wasley.w@hotmail.com, tatimunayer@terra.com.br, jessicaquimica@hotmail.com,
gsouza@iceb.ufop.br

Resumo

Este trabalho analisa e discute o uso de Mapas Conceituais (MC's) como ferramentas para a avaliação da aprendizagem do tema interações intermoleculares (Int), fundamentado pela teoria da assimilação da aprendizagem e da retenção significativas, proposta por David Ausubel. O ambiente de realização dessa pesquisa foi um curso preparatório para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Os alunos construíram MC's em grupo e os apresentaram usando Datashow. Os resultados mostraram que a maioria dos grupos investigados, ou seja, mais do que cinquenta por cento (50%) apresentou a capacidade de diferenciar progressivamente os conceitos necessários ao entendimento do tema, bem como, de integrá-los, indicando a ocorrência de aprendizagem significativa (AS).

Palavras chave: aprendizagem significativa, mapa conceitual, interações intermoleculares, diferenciação progressiva, reconciliação integrativa.

Abstract

This paper analyzes and discusses the use of concept maps (MC's) as evaluation tools for learning of intermolecular interactions (Int), supported by the assimilation theory in meaningful learning and retention process, proposed by David Ausubel. This research was realized in a preparatory course for the National Secondary Education Examination (ENEM). The MC's were built in group and presented using data show. The results showed that the majority of the investigated groups, ie, more than fifty percent (50%) had the ability to differentiate progressively concepts necessary to understand the subject, as well as to integrate them, indicating the occurrence of meaningful learning (AS).

Key words: meaningful learning, concept map, intermolecular interactions, progressive differentiation, integrative reconciliation.

Introdução

Nas aulas da disciplina Ensino e Aprendizagem de Química I (MEC107), do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, os mestrandos, geralmente professores com grande experiência na educação básica, são estimulados a discutir e a refletir sobre os desafios relacionados ao processo de ensino e aprendizagem de química. Há uma dinâmica em que se busca aliar a prática desses professores/mestrandos às contribuições da pesquisa em ensino de química, a fim de construir possibilidades para lidar com a complexidade da sala de aula.

Em uma das atividades da disciplina MEC107, o uso de mapas conceituais (MC's), que até então era desconhecido por esses professores/mestrandos, foi apresentado como uma potencial ferramenta de avaliação, ensino e aprendizagem (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 1980). Sendo o uso de MC's considerado como não tradicional e facilitador da aprendizagem (MOREIRA, 1980), decidiu-se pesquisar a eficiência dessa estratégia no processo de ensino e aprendizagem do tema interações intermoleculares (Int). A escolha deste tema ocorreu após discussões entre o grupo de professores/mestrandos que destacaram que este é um tema muito discutido do ensino médio, bem como, relataram a dificuldade dos alunos em relacionar as propriedades dos materiais como, por exemplo, tensão superficial, viscosidade, capilaridade, temperaturas de fusão e de ebulição, solubilidade, e explicações no nível submicroscópico que remetam às Int.

Mozzer *et al.* (2007) apontam como principais as seguintes concepções alternativas dos alunos sobre o tema Int:

- Igualdade das forças intermoleculares com as ligações covalentes intramoleculares ou com grandes forças existentes na rede de um sólido covalente (Nakhleh, 1992; Peterson & Treagust, 1989);
- visão das ligações químicas como entidades físicas (Boo, 1998);
- idéia de que, para serem formadas, as ligações químicas requerem energia e, para serem quebradas, liberam energia (Boo, 1998) (MOZZER *et al.*, 2007, 3).

De acordo com o exposto, ou seja, devido à importância do tema e das necessidades apresentadas pelos professores/mestrandos, nesse trabalho procurou-se responder à seguinte questão: Mapas Conceituais são ferramentas que podem auxiliar na promoção de aprendizagem significativa do tema Interações Intermoleculares (Int) em ambientes classicamente conhecidos como propedêuticos?

Referencial teórico

A proposta de pesquisa desse trabalho se baseia na teoria da assimilação da aprendizagem e da retenção significativas, proposta por David Ausubel, em que a “interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos”, ou seja, aprendizagem significativa (AS) (AUSUBEL, 2003, 1).

A aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem

apresentado. Exige quer um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material *potencialmente* significativo para o aprendiz. Por sua vez, a última condição pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma *não arbitrária* (plausível, sensível e não aleatória) e *não literal* com *qualquer* estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado ‘lógico’) e (2) que a estrutura cognitiva *particular* do aprendiz contenha ideias *ancoradas* relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material (Ausubel, 2003, 1).

Além do exposto, para que ocorra a AS, o aluno deve se dispor a aprender e a se empenhar em fazer conexões entre o conhecimento novo e o conhecimento adquirido previamente, denominado de subsunçor ou ideias ancoradas. Neste processo o aluno deve ser capaz de criar uma “rede” de conceitos que vai se tornando cada vez mais complexa. À medida que novos conhecimentos passam a ter significado para ele, os subsunçores adquirem novos significados ou se tornam mais estáveis cognitivamente resultando em uma diferenciação progressiva (DP). A estrutura cognitiva, ou seja, a “rede” de subsunçores inter-relacionados e hierarquicamente organizados está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003). Essa dinâmica se caracteriza, principalmente, pela ocorrência simultânea de DP e pela reconciliação integrativa (RI). Esta última consiste em maior exploração das relações conceituais estáveis, em “eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações” (MOREIRA, 2012, 35).

A ocorrência da AS pode ser facilitada por meio do uso de mapas conceituais (MC’s) que são diagramas que possibilitam a organização e representação de um determinado conhecimento, por meio de relações entre conceitos, denominadas de proposições. O mapeamento conceitual possui uma ampla possibilidade de aplicações como, por exemplo, instrumento de análise de currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, e ferramenta de avaliação da aprendizagem (MOREIRA e BUCHWITEIZ, 1993).

Metodologia

O ambiente de realização dessa pesquisa foi um curso preparatório para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), situado no centro de Belo Horizonte, Minas Gerais. Antes da realização da coleta de dados, a professora/pesquisadora explicou aos alunos o objetivo do trabalho, e informou que não haveria prejuízo para aqueles que não concordassem em participar, pois teriam as respectivas aulas em outro momento, ou que poderiam assistir às aulas daquele conteúdo com outro professor do curso. Também explicou que lhes seria apresentada uma ferramenta potencial para sistematização de conhecimentos e aprendizagem, denominada de Mapa Conceitual (MC). Todos concordaram em participar e assinaram o termo de consentimento e livre esclarecido (TCLE), ou solicitaram aos pais que assinassem, uma vez que, sua faixa etária variava de 17 a 22 anos.

O trabalho foi desenvolvido com quarenta alunos, em um total de nove aulas, com duração de 50 minutos cada, conforme a descrição a seguir:

1ª e 2ª aulas: a professora apresentou e discutiu com os alunos o que são mapas conceituais. Para isto, um MC sobre o que são MC’s, preparado pelos pesquisadores envolvidos, foi utilizado. Em seguida, um MC sobre Ligações Químicas foi mostrado aos alunos, uma vez que, este conteúdo havia sido trabalhado com eles em aulas anteriores. O software *CmapTools* (<http://cmap.ihmc.us/>), uma ferramenta gratuita para a elaboração de MC’s foi apresentada

aos alunos. Finalmente, a produção de um MC sobre Int foi solicitada aos alunos, a fim de verificar o que eles sabiam sobre este assunto, e a partir daí preparou-se a aula seguinte.

3ª e 4ª aulas: o tema Int foi trabalhado com os alunos por meio do uso de modelos, representações, contextualização e diálogo com os alunos.

5ª a 7ª aulas: os alunos foram divididos em 8 grupos de 5 componentes, e a professora pediu que construíssem um MC sobre Int. Cada grupo escolheu um representante que foi responsável pela apresentação do respectivo MC. Uma foto do MC foi tirada e, em seguida, projetada com Datashow em uma tela para a realização da apresentação e discussão.

8ª e 9ª aulas: a professora fez um movimento de referentes abstratos, apoiando-se nas aulas anteriores, para referentes específicos discutindo com os alunos vários exemplos de fenômenos particulares.

Um referente específico corresponde a um objeto ou fenômeno em particular, tal como a combustão do metano ou a ebulição da água. Uma classe de referentes corresponde a um conjunto de fenômenos ou objetos que apresentam características em comum como, por exemplo, as reações de combustão, a ebulição de líquidos ou ainda as mudanças de fase. Os referentes abstratos, por fim, correspondem a princípios ou conceitos mais gerais que se constituem em elementos que possibilitam pensar sobre fenômenos em particular ou classe de fenômenos (SILVA e MORTIMER, 2009, 106).

Enquanto a professora/pesquisadora lecionava dois dos pesquisadores participantes realizavam a filmagem usando celulares que permitiram captar imagens e sons com boa qualidade.

Os dados dessa pesquisa foram construídos por meio do diário de campo e dos MC's produzidos pelos alunos. As informações obtidas foram tratadas e analisadas usando-se a metodologia de análise de conteúdo. Para tal, foram realizadas as seguintes fases: i) pré-análise, em que se realizou a escolha e organização dos documentos e formulação de hipóteses; ii) a exploração do material, que consistiu em realizar recortes para obter unidades de registro (palavras, frases, conceitos, e proposições feitas pelos alunos) e escolha das categorias; iii) tratamento dos resultados, em que foram propostas inferências e interpretações com a finalidade de responder ao objetivo (BARDIN, 1977).

As categorias de análise foram definidas *a posteriori* com base nas informações contidas no *corpus*. Utilizou-se o método indutivo em que as unidades de registro foram comparadas, contrastadas e organizadas em conjuntos de elementos semelhantes (MORAES, 2003). As categorias emergentes resultaram do conhecimento prévio dos professores/mestrandos sobre a Proposta Curricular de Química – Ensino Médio, do estado de Minas Gerais, que “contém o Conteúdo Básico Comum (CBC) para o ensino de Química, Conteúdos Complementares, além de discussões que fundamentam e orientam, de maneira geral, as escolhas feitas” (ROMANELLI *et al.*, 2007, 11). Tomou-se como referência o **Eixo Temático V, Modelos – Aprofundamento, Tema 10: Constituição e Organização das Substâncias** em que são explicitadas as habilidades para o entendimento do modelo de interações intermoleculares (ROMANELLI *et al.*, 2007, 56). Diante do exposto, as categorias criadas foram:

Categoria 1 - *Caracterizar as interações intermoleculares (dipolo-dipolo, dipolo-dipolo induzido, forças de dispersão de London e ligação de hidrogênio).*

Categoria 2 - *Compreender as características do modelo de interações intermoleculares.*

Categoria 3 - *Compreender a relatividade da intensidade das interações nas substâncias moleculares.*

Resultados e Discussões

Após a apresentação e discussão sobre os MC's, os alunos perceberam a sua importância como uma ferramenta de aprendizagem, desconhecida pela maioria até aquele momento, e se mostraram dispostos a construí-los e a participar dessa pesquisa. Um dos alunos compara a construção de um MC ao funcionamento do cérebro humano conforme a fala:

“Acaba que imita nosso cérebro, né? Porque faz conexões...”

O aluno fez uma analogia correta e que ressalta a importância do uso de MC's. Segundo Novak e Cañas (2010, p. 12), “a memória humana não é um simples “recipiente” a ser preenchido, mas antes uma trama complexa de sistemas de memória interligados”. Quando estamos aprendendo, uma determinada informação interage com a memória de curto prazo e, na sequência, ocorrem interações com a memória operacional, a memória de longo prazo, o sistema emocional e o sistema motor que são sistemas-chave de memória do cérebro (NOVACK e CAÑAS, 2010).

Por se tratar de alunos cujo principal objetivo é obter uma boa nota no ENEM, eles também externaram acreditar que os MC's podem ser utilizados para auxiliar na organização e revisão do conteúdo estudado. Foi interessante constatar que houve um efeito multiplicador do uso dos MC's por parte dos alunos que construíram vários outros, sem serem solicitados a essa ação, e compartilharam com os demais colegas.

Os MC's de sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema Int mostraram que eles entenderam como construí-los. Porém, esses MC's apresentaram poucas unidades semânticas constituídas de: conceito A + termo de ligação + conceito B, denominadas de proposições. Além disso, na maioria dos casos as proposições estavam incorretas. Este cenário tão negativo não era esperado pelo grupo de pesquisadores, principalmente por se tratar de uma turma de alunos cursando um preparatório para o ENEM, em que a maioria já estudou o tema Int. Os alunos mostraram-se preocupados e concluíram que não aprenderam efetivamente a matéria, como evidenciado em suas falas:

“Não me lembro de nada.”

“Eu vi essa matéria, fiz todos os exercícios, mas não consigo me lembrar de nada.”

Pode-se inferir que grande parte dos alunos não havia aprendido significativamente os conteúdos referentes ao tema Int, possivelmente houve aprendizado mecânico que costuma ser esquecido rapidamente, a não ser que seja muito repetido. Outra consequência negativa da aprendizagem mecânica, Segundo Novak e Cañas (2010, p. 13) é que “a estrutura de conhecimento ou estrutura cognitiva do aprendiz não é aprimorada ou modificada para esclarecer ideias incorretas”.

Análise dos MC construídos em grupo

Na categoria 1 - *Caracterizar as interações intermoleculares (dipolo-dipolo, dipolo-dipolo induzido, forças de dispersão de London e ligação de hidrogênio)* - a análise dos oito (08) MC's construídos e apresentados pelos alunos, após a aula expositiva dialógica, mostrou que todos apresentaram os tipos de Int esperados. Em sete (07) MC's foram encontradas proposições que afirmavam que todas as moléculas possuem forças de dispersão de London.

Além disso, em seis (06) MC's encontrou-se a afirmação de que este é o único tipo de interação entre moléculas apolares. Sobre os demais tipos de interações, sete (07) MC's apresentaram proposições corretas. Esses resultados mostraram que a aula expositiva dialógica possibilitou que a maioria dos grupos realizasse a caracterização adequada dos diferentes tipos de interações intermoleculares.

Na categoria 2 - *Compreender as características do modelo de interações intermoleculares* – mostrou que seis (06) MC's apresentaram que as interações intermoleculares ocorrem entre moléculas, sendo que, em quatro (04) deles foram encontradas proposições afirmando que as interações intermoleculares são forças de natureza eletrostática.

Todos os MC's apresentaram o subsunçor moléculas, diferenciado em polares e apolares, e este serviu de âncora nas proposições usadas para indicar os diferentes tipos de interações, bem como, para explicar como ocorrem as interações intermoleculares. Os alunos compreenderam que as substâncias apolares e as polares apresentam interações entre suas moléculas. Constatou-se que quatro (04) MC's continham explicações, aceitas em ciências, de como ocorrem as interações intermoleculares. Em dois (02) MC's esse tipo de explicação estava ausente e, em outros dois (02), verificou-se a presença de explicações incorretas com relação à polaridade das moléculas que interagem em cada tipo de interação intermolecular.

Na categoria 3 - *Compreender a relatividade da intensidade das interações nas substâncias moleculares* – encontrou-se que em cinco (05) MC's os fatores polarizabilidade, superfície de interação das moléculas e diferença de eletronegatividade foram usados adequadamente para explicar as diferenças de intensidade das interações.

Em dois (02) MC's foram encontradas comparações entre as forças das interações intermoleculares, em uma delas a ligação de hidrogênio foi apontada com fortíssima e, em outra, as interações dipolo-dipolo foram classificadas como menos intensas do que ligações de hidrogênio. Nesses casos os alunos não tomaram o cuidado de informar que as ligações de hidrogênio são mais intensas do que as interações dipolo-dipolo quando são comparadas suas energias típicas. Geralmente os alunos memorizam erroneamente que as ligações de hidrogênio são mais intensas do que as forças de dispersão de London e não conseguem racionalizar adequadamente, por exemplo, o fato de a parafina ser sólida e a água líquida, em temperatura ambiente.

A construção dos MC's em grupo foi positiva, pois promoveu discussão e troca de informações entre os alunos, e proporcionou a diminuição do seu tempo de construção, o que foi importante para que todos fossem apresentados no número de aulas planejado. Os alunos discutiram sobre uso correto e incorreto das proposições, dos conceitos, das palavras-chave, analisaram os exemplos dados e sugeriram melhoras, dessa forma os erros conceituais tanto na construção dos mapas quanto no tema Int foram explorados.

Após a construção e apresentação dos MC's pelos alunos, o tema Int foi finalizado com a apresentação de exemplos de fenômenos particulares. Nesses, as intensidades das interações foram comparadas através da análise da temperatura de fusão e/ou ebulição de algumas substâncias. Constatou-se que os alunos conseguiram aplicar os conhecimentos gerais sobre Int em situações específicas, conforme pode ser verificado através de um trecho da aula descrito a seguir:

Professora: “Qual substância apresenta maior temperatura de ebulição?” (Antes da questão a profa. escreveu no quadro a fórmula estrutural do etanol e da etilamina.)

Alunos: “O etanol”.

Professora: “Isso mesmo! Alguém pode justificar a escolha?”

Aluno:

Nos dois compostos as interações são do mesmo tipo, e eles têm massas molares próximas, então as interações dipolo instantâneo-dipolo induzido nas duas substâncias têm forças semelhantes. Mas, o oxigênio é mais eletronegativo e as ligações de hidrogênio do álcool são mais fortes do que da amina.

Os alunos participaram efetivamente da aula respondendo corretamente a maioria das indagações, e mostraram-se entusiasmados por conseguirem entender e explicar corretamente as situações propostas.

Considerações finais

Os resultados mostraram que a maioria dos grupos investigados, ou seja, mais do que cinquenta por cento (50%) apresentou a capacidade de diferenciar progressivamente os conceitos necessários ao entendimento do tema, bem como, de integrá-los, o que caracterizou a aprendizagem do tema interações intermoleculares como significativa subordinada e superordenada, respectivamente. Os MC's serviram como importantes ferramentas de avaliação da aprendizagem mostrando que os alunos conseguiram progredir de uma aprendizagem mecânica dos conceitos para uma aprendizagem em que os conhecimentos prévios começam a fazer sentido e a se inter-relacionar. Além disso, os MC's foram importantes para sondar as concepções prévias dos alunos e nortear a preparação da aula sobre Int.

Os alunos rapidamente se apropriaram da ferramenta MC e passaram a utilizá-la em várias outras disciplinas. Os MC's tomaram formas e cores variadas de acordo com o aprofundamento da relação do aluno com a sua construção, e vários deles, criados usando-se o software *CmapTools* foram mostrados aos pesquisadores.

Baseando-se na teoria da AS proposta por Ausubel (2003), pode-se inferir que a aprendizagem significativa ocorreu, pois duas condições essenciais estavam presentes: i) os alunos apresentaram predisposição para aprender, uma vez que, estavam se preparando para o ENEM, e ii) a aula, mesmo expositiva, foi potencialmente significativa, ou seja, proporcionou relações não-arbitrárias e não-literais a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante.

Agradecimentos e apoios

Aos alunos por terem aceitado participar da pesquisa e por todas as suas contribuições.

À professora Luana Kércia por ter sido compreensiva e ter mudado seu cronograma para a realização da pesquisa.

Referências

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003. Tradução de *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*, Kluwer Academic Publishers, 2000.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**. V. 9, n. 2, 2003, p. 191-211.

MOREIRA, M.A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. **Ciência e Cultura**. v. 32, n. 4, 1980, p. 474-479.

MOREIRA, M.A.; BUCHWEITZ, B. **Nova estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o vê epistemológico**. Lisboa: Plátano Edições técnicas, 1993.

MOREIRA, M.A. ¿Al final, que és aprendizaje significativo?. **Revista Qurrriculum, La Laguna**, v. 25, 2012, p. 29-56.

MOZZER, N. B.; Queiroz, A. S. JUSTI, R. S. Proposta de ensino para introdução ao tema interações intermoleculares via modelagem. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2007, Florianópolis. Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007.

NOVAK, J. D.; CANÃS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa, Ponta Grossa**. v. 5, n. 1, 2010, p. 9-29.

ROMANELLI, L. I.; DAVID, N. A.; LIMA, M. E. C.; SILVA, P. S.; MACHADO, A. H. **Proposta curricular, conteúdo básico comum de química, ensino médio**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais, 2007.

SILVA, A. C. T.; MORTIMER, E. F. Aspectos Epistêmicos das Estratégias Enunciativas em uma Sala de Aula de Química. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 2, 2009, p. 104-112.