

PROPRIEDADES COLIGATIVAS: APROXIMAÇÕES E DISTANCIAMENTOS EM RELAÇÃO AO CONHECIMENTO DE REFERÊNCIA PRESENTES EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA

COLLIGATIVE PROPERTIES: SIMILARITIES AND DIFFERENCES REGARDING THE KNOWLEDGE OF REFERENCE TEXTBOOKS GIFTS IN CHEMISTRY

João Thiers Mendonça Santos
Edson José Wartha
Erivanildo Lopes da Silva
Victor Hugo Vitorino Sarmento

Resumo

Este artigo procura identificar aproximações e distanciamentos para o conceito de Propriedades Coligativas em relação à Ciência de Referência nos livros didáticos de química aprovados no Plano Nacional do Livro Didático. Verificou-se que há aproximações e distanciamentos em relação ao conhecimento de referência que podem levar a erros conceituais.

Palavra-chave: propriedades coligativas; conhecimento de referência; livros didáticos.

Abstract

This study aimed at identifying similarities and differences to the concept of colligative properties in relation to reference knowledge in chemistry textbooks approved in the National Programs of Textbook. It was found that there are similarities and differences in relation to the reference knowledge that can lead to misconceptions.

Keywords: colligative properties; reference knowledge; textbooks.

Introdução

O estudo do livro didático para o ensino de qualquer disciplina é de fundamental importância, uma vez que esse é o principal instrumento o estudante de química possui para buscar informações a respeito de determinado conceito durante seu processo de aprendizagem. O livro didático é entendido aqui em sua definição clássica, que de acordo com Abreu, Gomes e Lopes (2005) ele é elaborado com o intuito de ser uma versão didatizada do conhecimento para fins escolares, técnica ou profissional, com as funções de referencial curricular, de instrumentalização de métodos de aprendizagem, ideológica e cultural e, mais restritamente, documental. Para esses mesmos autores, o livro é apresentado como guia curricular, orientador da prática docente, por vezes com maior influência sobre as ações dos professores do que os próprios referenciais curriculares. Trata-se de um currículo escrito que visa a apresentar uma seleção de saberes e uma forma de organização, frequentemente prescritiva. Para Dias e Abreu (2006) o livro didático não é apenas um reproduzidor das políticas curriculares, na medida em que o campo editorial se apropria das concepções das propostas oficiais e da prática e as reinterpreta de acordo com as suas próprias concepções e finalidades.

Nesse sentido, é importante destacar alguns dos fatos históricos que contribuíram para o cenário educacional no que se refere à política sobre o livro didático no Brasil. Para Rodrigues e Freitas (2008), a história do livro didático no Brasil tem início por volta de 1929, com a criação do Instituto Nacional do Livro (INL) e vai até a criação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) em 1996 e, com ele, algumas mudanças importantes foram propostas, sendo a principal delas, a garantia do crédito de escolha do livro pelos professores. Em relação aos livros didáticos de Química, vale ressaltar, o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) criado em 2004 que, mesmo recente, parece-nos indiscutível que ele tenha alcançado resultados notáveis quanto à melhoria de qualidade das obras didáticas fornecidas para as escolas públicas brasileiras.

A distribuição de livros didáticos teve um crescimento vertiginoso, tendo em vista que antes de 1929 praticamente ela não existia. Hoje, temos um dos maiores programas de distribuição de livros didáticos que atende desde as séries iniciais até o Ensino Médio (Yunes e Silva, 2009). Mesmo com o crescente aumento do uso de novas tecnologias em sala de aula o livro didático é, ainda, o instrumento mais utilizado pelos professores na organização de suas aulas com a função de direcionar a aprendizagem escolar e estabelecer elos entre a aprendizagem, a vida cotidiana e a profissional (Mota, 2011; Maia, Massena e Wartha, 2011).

Neste trabalho, procura-se analisar as aproximações e distanciamentos para o conceito de Propriedades Coligativas em livros didáticos de Química aprovados no PNLD-2012 (Brasil, 2012). Optou-se por este conceito devido às afinidades e experiências dos autores nessa área do conhecimento e por tratar-se de um dos conceitos químicos que são difíceis de entender, visto que suas definições operacionais envolvem a capacidade de compreender e relacionar muitas variáveis e de como interferem em fenômenos como a evaporação, condensação e fusão por exemplo. Para tanto, serão realizadas comparações entre os conhecimentos apresentados pelos livros didáticos aprovados no último PNLD-2012 (Brasil, 2012) considerando que ao serem adquiridos através do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e posteriormente distribuídos nas escolas públicas serão utilizados durante três anos.

Uma das maneiras para fazer a análise dos livros didáticos é observando as transposições didáticas realizadas durante o processo de elaboração dos conteúdos nos livros didáticos. Para tanto é necessário que se compreenda o conceito de transposição didática, que de acordo com Chevallard (1998) pode ser entendido como a passagem do saber científico ao saber ensinado. Tal passagem, entretanto, não deve ser compreendida como a transposição do saber no sentido restrito do termo: apenas uma mudança de lugar. Supõe-se essa passagem como um processo de transformação do saber, que se torna outro em relação ao saber destinado a ensinar. Transposição didática seria o conjunto de transformações adaptativas que são realizadas no conhecimento de referência para torná-lo objeto de ensino. Portanto, segundo Chevallard (1998) a transposição didática é um “instrumento” pelo qual se analisa o movimento do saber sábio (aquele que os cientistas elaboram) para o saber a ensinar (aquele que está nos livros didáticos) e, por este, ao saber ensinado (aquele que realmente acontece em sala de aula).

Com base nos elementos mencionados, considera-se que a transformação do conhecimento científico com fins de ensino e divulgação não se constitui apenas por meio da simples adaptação ou uma simplificação do conhecimento, podendo ser analisada, então, na perspectiva de compreender a produção de novos saberes nesse processo. Nesse caso, pode-se perceber a importância das transposições didáticas, uma vez que elas são bastante comuns nas bibliografias que os discentes buscam as informações durante o estudo de qualquer disciplina que faça parte do currículo escolar. Acredita-se ser de fundamental importância que o docente saiba identificar se as transposições contidas nos livros didáticos são adequadas, ou ainda, se facilitam a compreensão do conceito ou levam a erros conceituais ao se distanciarem ou se aproximarem da Ciência de Referência.

Aspectos Metodológicos

Para realizar a análise das aproximações e distanciamentos, em relação ao conceito de Propriedades Coligativas nos livros didáticos, utilizou-se de uma ferramenta de análise, chamada de Modelo do Cone (Franzolin, 2007). A ferramenta de análise foi construída da seguinte forma: os distanciamentos foram classificados em duas categorias, ambas advindas da transposição didática. A primeira delas está representada no distanciamento vertical, ao qual, origina-se da transposição do conhecimento científico para cada nível de ensino, sendo necessário para facilitar o aprendizado dos alunos de diversas faixas etárias, respeitando o nível cognitivo deles. Ficarão representados todos os conhecimentos que estão inseridos dentro do cone que rodeia um eixo central, provenientes de um distanciamento desta categoria, como está representado na Figura 1. No eixo representado pela reta **V**, serão colocados os conhecimentos que possuem um maior rigor com relação à referência. Os conhecimentos que incidem dentro deste cone (que estão exemplificados por pontos acompanhados de letras, na Figura 1), aí se encontram também devido ao seu rigorismo, ou exatidão, com relação à Ciência de Referência, porém seu rigor varia conforme o componente etário acadêmico (Franzolin, 2007), que segunda essa autora, tal ferramenta de análise foi construída da seguinte forma:

(...) os distanciamentos foram classificados em duas categorias, ambas advindas da transposição didática. A primeira delas está representada no distanciamento vertical, ao qual, origina-se da transposição do conhecimento científico para cada nível de ensino, sendo necessário para facilitar o aprendizado dos alunos de diversas faixas etárias, respeitando o nível cognitivo deles. Ficarão representados todos os conhecimentos que estão inseridos dentro do cone que rodeia um eixo central, provenientes de um distanciamento desta categoria, como está representado na Figura 1. No eixo representado pela reta **V**, serão colocados os conhecimentos que possuem um maior rigor com relação à referência. Os conhecimentos que incidem dentro deste cone (que estão exemplificados por pontos acompanhados de letras, na Figura 1), aí se encontram também devido ao seu rigorismo, ou exatidão, com relação à Ciência de Referência, porém seu rigor varia conforme o componente etário acadêmico (Franzolin, 2007, p.92).

O outro tipo de distanciamento seria o horizontal, que se refere ao distanciamento com relação ao eixo determinado pela rigidez e, portanto, gera conhecimentos que se encontram fora do cone que o rodeia. Pode-se caracterizar por ser um artifício utilizado pelo autor do livro ou pelo professor, com o objetivo de facilitar a aprendizagem, mas não está relacionado ao componente etário acadêmico. Para um melhor entendimento da ferramenta de análise, observe na Figura 1, o Modelo do Cone, adaptado para este trabalho.

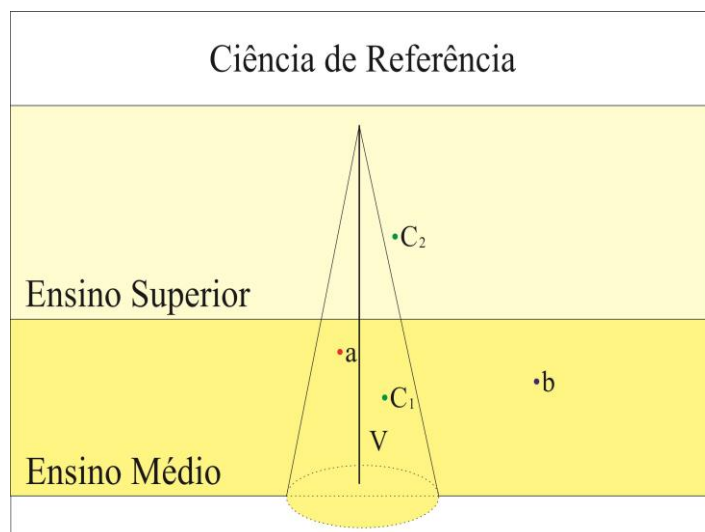


Figura 1. Representação de possíveis tipos de distanciamento encontrados entre os conhecimentos ensinados nos diferentes níveis de ensino e aqueles apresentados pela referência (adaptado de Franzolin, 2007).

Para Franzolim (2007, p. 93):

(...) eixo V refere-se ao componente etário acadêmico, em que estão localizados os distanciamentos verticais que possuem um maior rigorismo com relação à referência. O cone que o rodeia abriga os demais conhecimentos, que se distanciam verticalmente da referência nos diferentes níveis de ensino. Pode-se verificar que estão representadas duas faixas distintas de conhecimentos, uma correspondente aos conhecimentos ensinados no Ensino Médio e outra correspondente aos conhecimentos ensinados no Ensino Superior. Cada ponto destacado representa um conhecimento dentre muitos outros ensinados. O ponto a refere-se a um conhecimento ensinado no Ensino Médio que se distancia verticalmente da referência e, portanto, localiza-se dentro do cone. O ponto b refere-se a um conhecimento também ensinado no Ensino Médio, que se encontra distanciado horizontalmente da referência e, portanto, localiza-se fora do cone. Já o ponto C_1 representa um conhecimento que, ao ser ensinado no Ensino Médio, caracteriza-se como decorrente do distanciamento vertical, pois é proveniente de uma transposição didática necessária ao nível de ensino correspondente. Entretanto, devido ao maior rigorismo no Ensino Superior, esse mesmo conhecimento, representado agora pelo ponto C_2 , encontra-se afastado horizontalmente ao ser ensinado nesse nível de escolaridade, caracterizando-se como um laxismo com relação à referência (Franzolin, 2007, p.93).

Para o conceito de Propriedades Coligativas considerou-se como Ciência de Referência as informações encontradas em dois artigos publicados no Journal of Chemical Education devido ao fato de serem os artigos mais citados em relação ao tema Propriedades Coligativas (Chinard, 1954; Rioux, 1973). Esses autores informam que em soluções diluídas, as Propriedades Coligativas (elevação do ponto de ebulição, abaixamento do ponto de congelamento e a pressão osmótica) dependem exclusivamente do número de partículas do soluto presente na solução e

não da natureza das partículas (coligativas significa “dependem do conjunto”). Poderemos confirmar esta afirmação demonstrando-a matematicamente.

Inicialmente, deve-se admitir que nestas soluções, o soluto não seja volátil e nem se dissolva no solvente sólido, ou seja, há uma separação do solvente sólido puro quando a solução é congelada. Todas as Propriedades Coligativas surgem da diminuição do potencial químico do líquido solvente como resultado da presença do soluto.

O potencial químico (μ) por definição é a energia de Gibbs parcial molar à pressão e temperatura constantes:

$$\mu_j = \left(\frac{\partial G}{\partial n_j} \right)_{p,T,n'} \quad (\text{Eq.1})$$

A redução do μ citada anteriormente será representada pela Eq.2:

$$\mu_A = \mu_A^* + RT \ln x_A \quad (\text{Eq.2})$$

Sendo μ_A^* o potencial quando o solvente está puro e a contribuição $\mu_A^* + RT \ln x_A$ quando o soluto está presente na solução ($\ln x_A$ é negativo, pois $x_A < 1$, em que $x_A + x_B = 1$ aonde x_A é a fração molar do solvente e x_B a fração molar do soluto).

A partir da Eq. 2, utilizando a propriedade coligativa da elevação do ponto de ebulição como exemplo e considerando o equilíbrio entre o solvente no vapor e o solvente na solução, a 1 atm, temos:

$$\mu_{A(g)}^* = \mu_{A(l)}^* + RT \ln x_A \quad (\text{Eq.3})$$

A Eq. 3 pode ser escrita como:

$$\ln x_A = \frac{\mu_{A(g)}^* - \mu_{A(l)}^*}{RT} = \frac{\Delta_{vap}G}{RT} \quad (\text{Eq. 4})$$

Aonde $\Delta_{vap}G$ é a energia de Gibbs de vaporização do solvente puro (A). Derivando ambos os lados em relação à temperatura e usando a equação de Gibbs-Helmholtz:

$$\frac{d \ln x_A}{dT} = \frac{1}{R} \frac{d \left(\frac{\Delta_{vap}G}{T} \right)}{dT} = - \frac{\Delta_{vap}H}{RT^2} \quad (\text{Eq. 5})$$

Multiplicando ambos os lados da Eq. 5 por dT e integrando de $x_A = 1$, correspondendo a $\ln x_A = 0$ (quando $T = T^*$, o ponto de ebulição de A puro), até x_A (quando o ponto de ebulição é T) tem-se:

$$\ln(1 - x_B) = \frac{\Delta_{vap}H}{R} \left(\frac{1}{T^*} - \frac{1}{T} \right) \quad (\text{Eq.6})$$

Considerando-se que a quantidade soluto presente seja muito pequena ou seja, $x_B \ll 1$, tem-se:

$$x_B = \frac{\Delta_{vap}H}{R} \left(\frac{1}{T^*} - \frac{1}{T} \right) \quad (\text{Eq. 7})$$

E finalmente, considerando que $T \approx T^*$ e $\Delta T = T - T^*$ podemos dizer que o termo:

$$\left(\frac{1}{T^*} - \frac{1}{T} \right) = \frac{\Delta T}{T^{*2}} \quad (\text{Eq. 8})$$

Substituindo a Eq. 8 na Eq.7 e isolando ΔT teremos:

$$\Delta T = \frac{RT^{*2}}{\Delta_{vap}H} x_B \quad (\text{Eq. 9})$$

Sendo $\frac{RT^{*2}}{\Delta_{vap}H}$ igual a K_{eb} (constante ebuloscópica do solvente) teremos finalmente a equação:

$$\Delta T = K_{eb} x_B \quad (\text{Eq. 10})$$

Toda esta dedução matemática procura exemplificar que durante a formação das equações das Propriedades Coligativas é utilizada somente a fração do soluto e, que, em momento algum é levado em consideração o tipo de partícula (Rioux, 1973), ou seja, qualquer soluto que se adicione poderá levar às mesmas propriedades devido a sua quantidade em solução, e não as interações entre soluto-solvente ou soluto-soluto. Em síntese: “As propriedades coligativas dependem apenas da quantidade da espécie e não do tipo de partícula”.

Entretanto, mesmo assim sempre fica a dúvida: como é possível que partículas tão distintas levam aos mesmos desvios das propriedades físicas do solvente? Inicialmente é necessário delimitar a concentração do soluto, pois as partículas devem estar dispersas de maneira que uma partícula (soluto) não possa sentir a outra dentro da solução. Para ajudar a responder a esta pergunta, precisaremos utilizar o conceito de entropia (ΔS) para explicar o surgimento das Propriedades Coligativas, pois deveremos relacionar a estabilidade dos sistemas com a sua desordem.

Sabemos que a energia livre de Gibbs (ΔG) mede a espontaneidade de um sistema a pressão e temperatura constante:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (\text{Eq. 11})$$

Quanto menor ΔG maior estabilidade no sistema. Ao adicionar-se qualquer soluto a um determinado solvente puro, aumenta-se a entropia total do sistema e, conseqüentemente, a desordem. Tendo como base a Eq. 11, pode-se concluir que, com o aumento da entropia (ΔS), haverá uma diminuição da energia de Gibbs e, por conseguinte, uma maior estabilidade do sistema, ao qual resultará nas Propriedades Coligativas, pois será necessário maior quantidade de energia para entrar em ebulição, uma vez que nestas condições, o sistema possui maior estabilidade.

Levando em consideração o detalhamento matemático e conceitual a fim de apresentá-lo como a Ciência de Referência de modo a sobrepô-lo ao modelo Cone de Franzolin (2007), foram selecionados para a análise os livros didáticos do Ensino Médio (LDEM) aprovados no PNLD-2012, ou seja, materiais que estarão presentes em muitas escolas brasileiras, uma vez que serão adquiridos e distribuídos, por no mínimo, um triênio.

Pretende-se, então, verificar possíveis aproximações e/ou distanciamentos em relação à Ciência de Referência, no que se refere ao conceito de Propriedades Coligativas por meio da ferramenta de análise denominada Modelo do Cone. Os LDEM que fizeram parte da análise são apresentados no Quadro 1.

Quadro : Livros didáticos usados na análise.

LDEM I	CANTO, Eduardo Leite do; PERUZZO, Francisco Miragaia; Química na abordagem do cotidiano . 4. Ed. São Paulo: Moderna, 2010. V. 2, p. 42-84.
LDEM II	MORTIMER, Eduardo Fluery; MACHADO, Andréa Horta. Química . 1. ed. São Paulo: Scipione, 2010. V. 2, p. 224-239.
LDEM III	LISBOA, Julio Cezar Foschini; Ser Protagonista Química . 1. ed. São Paulo: SM, 2010. V. 2, p. 64-83.
LDEM IV	FONSECA, Martha Reis Marques da. Química: meio ambiente, cidadania, tecnologia . 1. ed. São Paulo: FTD, 2010. V. 2, p. 140-162.
LDEM V	SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza; Química para a nova geração: química cidadã . 1. ed. São Paulo: nova geração, 2010. V. 2, p. 56-75.

Resultados e Discussões

Sendo o conhecimento científico um importante constituinte do saber escolar, torna sua transposição didática necessária para permitir sua compreensão pelo aluno, isso levando muito em consideração o nível de conhecimento no qual ele se encontra. Os autores de livros didáticos e os professores têm, portanto, capacidade de produzir os saberes para serem utilizados especificamente em situações de ensino. Para Chevallard (1998) essa necessidade de textualização

do saber, pois somente através dessa textualização que o saber se transforma em texto científico para tornar-se público, pode promover rupturas com o contexto histórico da pesquisa e do pesquisador que produziu o saber.

As definições para Propriedades Coligativas encontrados nos livros didáticos estão sumariadas no Quadro 2.

Quadro 2. Recortes de textos relacionados ao conceito de Propriedades Coligativas em livros didáticos.

LD	Frases contidas nos livros didáticos
LDEM I	<p>Existem quatro propriedades das soluções que dependem da quantidade de partículas de soluto dissolvidas em uma certa quantidade de solvente, mas não da natureza dessas partículas dissolvidas (p. 59).</p> <p>“No caso da solução, a presença de algumas moléculas de solutos na superfície da solução não atrapalha o retorno das moléculas (condensação), mas dificulta a evaporação, pois na solução há menos moléculas de solvente na superfície, ou seja, menos moléculas aptas a passar para a fase vapor. Assim, é como se a presença do soluto “atrapalhasse” a vaporização do líquido, o que acarreta a redução da sua pressão de vapor e o torna menos volátil” (p. 61).</p> <p>“Iguais quantidades (mols) de diferentes solutos não eletrólitos e não voláteis, dissolvidas em uma mesma quantidade de solvente, causam o mesmo aumento na temperatura em que se inicia a ebulição desse solvente na solução” (p. 64).</p>
LDEM II	<p>“Esse fenômeno é observado sempre que se adiciona um soluto não volátil a um solvente. A explicação para esse fenômeno é que a adição de um soluto não volátil à solução diminui a pressão de vapor do solvente puro ” (p. 233).</p> <p>“Quando o solvente líquido puro passa para o estado gasoso, há um aumento de entropia, pois a entropia do vapor é maior do que a entropia do líquido. Essa diferença de entropia entre o líquido e o vapor é diminuída quando se adiciona um soluto não volátil, pois a solução formada tem uma entropia maior do que o solvente líquido puro. Essa diminuição na diferença da entropia entre o sistema líquido e o vapor está, portanto, correlacionada a diminuição da pressão de vapor do líquido, responsável pelo aumento da temperatura de ebulição” (p. 233).</p> <p>“Quando o solvente líquido puro passa para o estado sólido, há uma diminuição da entropia do sistema, pois a entropia do líquido é maior do que a entropia do sólido. Essa diferença de entropia entre o líquido e o sólido é aumentada quando se adiciona um soluto não volátil ao solvente, já que a solução formada tem uma entropia maior do que o solvente líquido puro. Como a diminuição de entropia não favorece uma transformação, esse aumento na diferença da entropia entre o sistema líquido e a solução faz com que fique mais difícil congelar a solução, o que implica a diminuição da temperatura de congelamento/fusão” (p. 234).</p>
LDEM III	<p>“Esse aumento na temperatura de ebulição do solvente não depende da substância adicionada, mas apenas da concentração de partículas de solutos presentes na mistura. As propriedades das soluções que dependem apenas da concentração de partículas de soluto e que não dependem da natureza são chamadas propriedades coligativas” (p. 64).</p> <p>“As interações existentes entre as moléculas de água e sacarose dificultam o escape de vapor do solvente” (p. 73).</p> <p>“A pressão de vapor de um solvente em uma solução é menor do que a pressão de</p>

	<p>vapor do solvente puro, pois as interações intermoleculares existentes entre o solvente e o soluto não volátil dificultam a formação do vapor” (p. 73).</p> <p>“O que determina a diminuição da pressão de vapor é a concentração do soluto presente na solução, e não sua natureza” (p. 73).</p> <p>“Quanto mais concentrada for a solução, maior será o efeito ebulioscópico, isto é, maior será o aumento da temperatura de ebulição da água” (p. 75).</p> <p>“Quanto mais concentrada for a solução, maior será o abaixamento da temperatura de congelamento do solvente” (p. 75).</p>
LDEM IV	<p>“As propriedades coligativas dependem apenas do número de partículas de soluto (não volátil) presentes na solução e não de sua natureza” (p. 141).</p> <p>“Já em uma solução de soluto não volátil também existirão na superfície livre partículas do soluto. Isso faz com que diminua a probabilidade de escape de partículas de solvente para a fase gasosa, diminuindo assim a pressão de vapor do solvente” (p. 144).</p> <p>“Isso ocorre porque as partículas de soluto “bloqueiam, atrapalham” o escape das moléculas de água do sistema, (...)”(p. 144).</p> <p>“A energia necessária para que as moléculas do solvente passem da fase líquida para a fase de vapor é maior numa solução, já que as partículas de soluto diminuem a probabilidade de escape (evaporação) das partículas do solvente” (p. 148).</p> <p>“Considere um sistema contendo um líquido puro durante o ponto de solidificação, que ocorre para esse líquido a uma temperatura de x °C. A adição de um soluto ao sistema, formando uma solução ideal, baixa a pressão de vapor da fase líquida e interrompe a solidificação. Para que a solução volte a se solidificar, é necessário resfriá-la para baixar a pressão de vapor da fase sólida, tornando-a novamente igual à da fase líquida, o que irá ocorrer a uma temperatura inferior a x °C.” (p. 152).</p>
LDEM V	<p>“No caso de substâncias moleculares, como a água, as interações intermoleculares dificultam a passagem das moléculas para o estado gasoso. Ao adicionarmos um soluto não volátil ao solvente, aumentam as interações entre as espécies químicas presentes na solução, dificultando a evaporação do solvente” (p. 61).</p> <p>“Quanto maior a concentração em quantidade de matéria do soluto, maior será a variação de temperatura” (p. 61).</p> <p>“Se colocarmos iguais quantidades de partículas de diferentes solutos não voláteis dissolvidos em recipientes diferentes com a mesma quantidade de água, obteremos o mesmo aumento de temperatura de ebulição” (p. 61).</p> <p>“Diferentes quantidades de solutos não voláteis, quando dissolvidos em água ou em outro solvente, causam diferentes variações da temperatura de congelamento das soluções. Entretanto, se dissolvermos a mesma quantidade de matéria de diferentes solutos não voláteis, a variação na temperatura de fusão será sempre a mesma” (p. 63).</p>
LDES	

A proposta de identificar aproximações e distanciamentos do conteúdo de Propriedades Coligativas em relação ao Conhecimento de Referência não pretende estabelecer juízos definitivos sobre conteúdos de livros didáticos, mas realizar, em bases comparativas, um escrutínio da proximidade de partes do livro didático em relação à Ciência de Referência.

No LDEM I há uma aproximação em relação à Ciência de Referência, principalmente no que se refere na relação de proporcionalidade existente entre a quantidade de soluto e a intensidade das Propriedades Coligativas, em que os textos das páginas 59 e 64 podem se enquadrar no ponto **a** do Modelo do Cone. No entanto o texto da página 61 apresenta uma criação didática (julgado com base o referencial deste trabalho) para que os alunos possam entender este conteúdo, sendo assim, esta última pode ser enquadrada no ponto **C₁**, uma vez que não se distancia muito da Ciência de Referência, embora seja uma criação didática. Os autores conseguem fazer com que a criação didática da página 61 não entre em contradição com os textos das páginas 59 e 64, conforme pode ser observado na Figura 2.

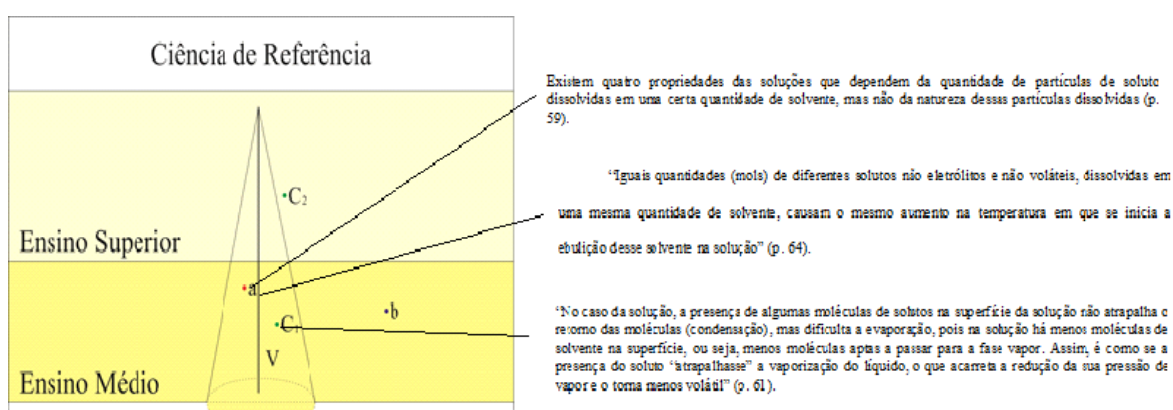


Figura 2. Representação do LDEM I no Modelo do Cone.

No LDEM II também há uma aproximação em relação à Ciência de Referência em todos os textos selecionados das páginas 233 e 234. Na classificação dos pontos que fazem parte do cone, o LDEM II insere-se no ponto **a**, uma vez que as explicações para o surgimento das Propriedades Coligativas estão de acordo com a Ciência de Referência. Pois os autores se utilizam do conceito de entropia para justificar como surgem as propriedades e como elas se relacionam com a concentração do soluto e a variação dos pontos de fusão e de ebulição, que dependem do estado de organização das fases (sólida, líquida ou gasosa).

Ao analisar o LDEM III, identificou-se que alguns dos textos selecionados podem estar relacionados ao ponto **b**, ou seja, um afastamento horizontal em relação à Ciência de Referência descrito no Modelo do Cone proposto. Verificou-se a existência de criações didáticas (explicações para determinados fenômenos puramente didáticos) na página 73, em que o autor atribui ao surgimento das Propriedades Coligativas, às interações existentes entre o solvente e o soluto e não a entropia citada no à Ciência de Referência. Nas páginas 64, 73 e 75 do mesmo livro, o autor apresenta textos que podem ser enquadradas no ponto **a**, tendo em vista que descrevem as relações de proporcionalidade existentes entre a concentração e a intensidade das

Propriedades Coligativas, aproximando-se bastante da Ciência de Referência aqui considerada, conforme modelo da Figura 3.

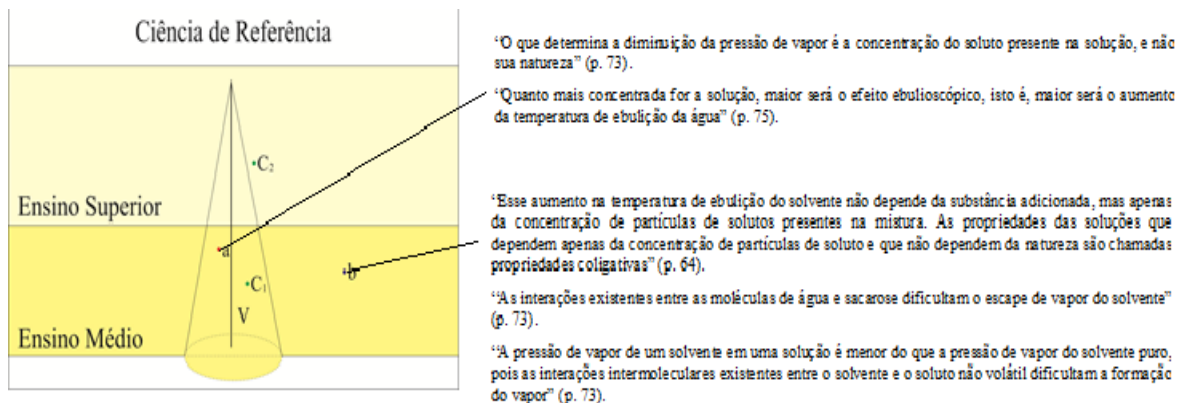


Figura 3. Representação do LDEM III no Modelo do Cone.

Ainda na análise do LDEM III, pode-se inferir que em alguns momentos o autor utiliza-se de criações didáticas (distancia-se horizontalmente da Ciência de Referência) e em outros, aproxima-se. Nessa perspectiva, é preciso cuidado para que as afirmações contidas no texto não sejam contraditórias, pois ao afirmar que “interações intermoleculares” (erro conceitual) é que dá origem as Propriedades Coligativas, o autor entra, possivelmente, em contradição, ao citar: “o que determina a diminuição da pressão de vapor é a concentração do soluto presente na solução, e não sua natureza” (p. 73), em que “natureza” pode significar o tipo de partícula (iônica ou molecular) que constitui o soluto. Sendo assim, partículas diferentes apresentam interações intermoleculares diferentes e levariam a Propriedades Coligativas diferentes, com isso, talvez o aluno crie uma concepção de que toda interação entre as partículas será igual, já que quantidades (mol) de partículas iguais levam as mesmas intensidades das Propriedades Coligativas.

Para o LDEM IV há uma aproximação em relação à Ciência de Referência, principalmente no que se refere à relação de proporcionalidade existente entre a quantidade de soluto e a intensidade das Propriedades Coligativas, na página 141. Nos textos das páginas 144 e 148, percebe-se que há uma criação didática na explicação do surgimento das propriedades, que se enquadra no ponto C_1 do Modelo do Cone, uma vez que não se distancia muito da Ciência de Referência, embora seja uma criação didática. O texto da página 152 pode ser inserido entre o ponto **a**, pois se apresenta como uma aproximação em relação à Ciência de Referência.

No LDEM V há um afastamento em relação à Ciência de Referência, visto que apresenta conceitos que podem estar relacionados ao ponto **b** do Modelo do Cone, como se pode observar no Modelo do Cone, conforme apresentado na Figura 4.

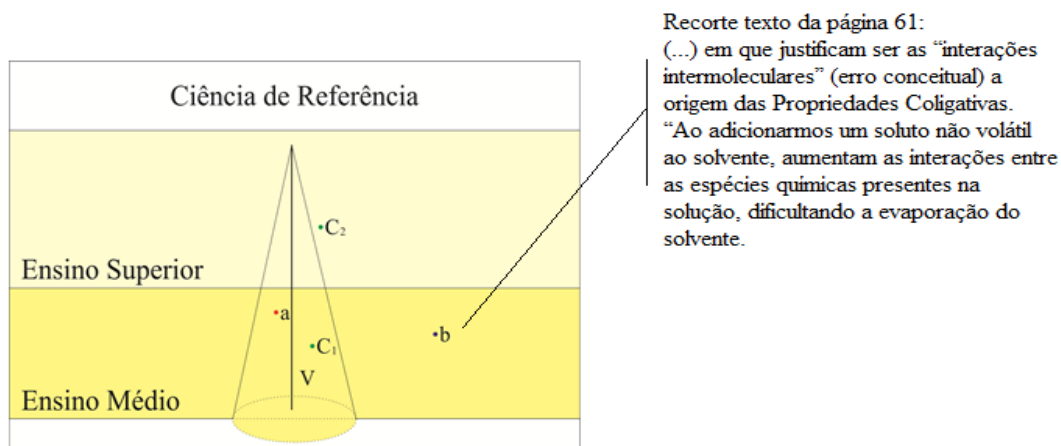


Figura 4. Representação do LDEM V no Modelo do Cone.

Percebe-se que ao passo que justificam ser as “interações intermoleculares” configura-se o erro conceitual sobre a origem das Propriedades Coligativas. O erro fica ainda mais evidente no recorte “Ao adicionarmos um soluto não volátil ao solvente, aumentam as interações entre as espécies químicas presentes na solução, dificultando a evaporação do solvente.” No texto das páginas 61 e 63 ao tratar da relação de proporcionalidade existente entre a concentração do soluto e a intensidade do surgimento das Propriedades Coligativas o autor realiza uma aproximação em relação a à Ciência de Referência, caracterizando-se assim como o ponto **a** do Modelo do Cone.

Vale salientar que, assim como o LDEM III, o LDEM V também apresenta contradições ao transitar entre o ponto **a** e o ponto **b** do Modelo do Cone, quando cita, por exemplo, que “se colocarmos iguais quantidades de partículas de diferentes solutos não voláteis dissolvidos em recipientes diferentes com a mesma quantidade de água, obteremos o mesmo aumento de temperatura de ebulição”. Observa-se que, primeiro os autores falam do surgimento das Propriedades Coligativas através das interações existentes entre soluto e solvente e logo depois, os mesmos autores, afirmam que partículas de solutos diferentes apresentam o mesmo aumento de temperatura de ebulição, mas os alunos podem questionar se as interações entre as partículas (iônica ou molecular) com o solvente são iguais? Pois, levam ao surgimento de igual intensidade das mesmas Propriedades Coligativas.

Conclusão

Com base no que foi verificado, nos livros didáticos, pode-se inferir que entre os cinco livros aprovados no PNLD-2012 (Brasil, 2012) identificaram-se a existência de três formas de abordagem de como surgem as Propriedades Coligativas, em que os LDEM I e IV apresentaram uma proposta de criação didática para o conceito de entropia, já os LDEM III e V ao tentarem fazer uma criação didática (interações intermoleculares) para explicarem o surgimento das Propriedades Coligativas acabaram se distanciando muito da Ciência de Referência e acabam por induzir os leitores a um erro conceitual e, o LDEM II apresentou uma aproximação em relação à Ciência de Referência, uma vez que se utilizou do conceito de entropia para explicar o surgimento das Propriedades Coligativas.

Com base nos resultados deste estudo, entende-se a importância do profissional em educação em entender e compreender os conceitos que estão relacionados aos processos de ensino e de aprendizagem de sua disciplina. Assim, cabe ao professor de Química conhecer os livros didáticos, suas limitações e potencialidades e trabalhar com estes de modo significativo durante as atividades.

Referências bibliográficas

- ABREU, R. G.; GOMES, M. M.; LOPES, A. C. Contextualização e tecnologias em livros didáticos de biologia e química. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 3, 2005, 405-417.
- ATKINS, P.; PAULA, J. Atkins: Físico-Química. Tradução: Edilson Clemente da Silva, Márcio José Estillac de Mello Cardoso e Oswaldo Esteves Barcia. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- BRASIL. Guia de livros didáticos: PNLD-2012: Química. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2011.
- CHEVALLARD, Y. La transposición didáctica: Del Saber Sabio al Saber Enseñado. Buenos Aires: Aique, 1998.
- CHINARD, F.P. Colligative Properties. *Journal Chemical Education*, n. 31, v. 66, 377-380, 1954.
- DIAS, R.E.; ABREU, R.G. Discursos do mundo do trabalho nos livros didáticos do ensino médio. *Revista Brasileira de Educação* v. 11 n. 32, 2006, 297-273.

FRANZOLIN, F. conceitos de biologia na educação básica e na academia: Aproximações e distanciamentos. Dissertação de mestrado, faculdade de educação, universidade de são Paulo, 2007.

MAIA, J.O.; SÁ, L.P.; MASSENA, E. P.; WARTHA, E. J. O Livro Didático de Química nas Concepções de Professores do Ensino Médio da Região Sul da Bahia. Química nova na escola. v. 33, n.2, 2011.

MOTA, N. B. MEC realiza web conferência para escolha de livros didáticos. Tocantins, 2011. Disponível em <<http://www.secom.to.gov.br/noticia/2011/5/16/mec-realiza-webconferencia-para-escolha-de-livros-didaticos>>. Acesso em 10 de outubro de 2011.

RODRIGUES, M. H.; FREITAS, N. K. O livro didático ao longo do tempo: a forma do conteúdo. Pesquisa, v. 3, p. 26-33, 2008.

YUNES, J.; SILVA, M. S. P. Livros escolares: Usos e políticas. O jornal letra A. Ano 5 - n° 19 página 3, agosto/setembro de 2009. Disponível em <<http://www.ceale.fae.ufmg.br/nomade/midia/docs/230/php5aSfuQ.pdf>>

RIOUX, F. Colligative properties, J. Chem. Educ., n. 50, 490-492, 1973.