

Aproximações e distanciamentos em relação ao conceito de Propriedades Coligativas em livros didáticos de Química

João Thiers Mendonça Santos^{1*}(IC), Edson José Wartha²(PQ), Victor Hugo Vitorino Sarmiento³(PQ).

thiers_se@hotmail.com

^{1,2,3} Departamento de Química – Universidade Federal de Sergipe - Itabaiana-SE

Palavras-Chave: Livro didático, Propriedades Coligativas, Transposição didática.

Resumo: Este trabalho é motivado pelos possíveis distanciamentos e/ou aproximações ocasionados pelas transposições didáticas existentes nos livros didáticos de Química utilizados no Ensino Médio. Nesse sentido, o presente estudo tem como foco a análise de livros didáticos, doravante LDs, no tocante ao assunto *Propriedades Coligativas*. Especificamente, analisamos a maneira como o referido conteúdo é apresentado pelos autores. Assim, o objetivo específico deste trabalho é a realização de uma comparação entre os conceitos apresentados pelos livros didáticos, aprovados no último PNLEM (BRASIL, 2012) e a ciência de referência com a identificação das possíveis aproximações e/ou distanciamentos, causadas na transposição didática, que podem ser conceitos muito próximos da ciência de referência, ou mesmo, criações puramente didáticas as quais devem se modificar para atender determinado público alvo. Durante a análise foi possível perceber que alguns LDs aproximaram-se bastante da ciência de referência e outros se distanciaram de tal forma que acabaram produzindo erros conceituais.

Introdução

O estudo do livro didático para o ensino de qualquer disciplina é de fundamental importância, uma vez que esse é um dos principais materiais teóricos propostos para que o discente busque informações a respeito de determinado conteúdo durante o processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, é importante destacarmos alguns dos fatos históricos que contribuíram para o cenário educacional no que se refere ao livro didático, doravante LD.

Segundo 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). Entretanto, foi somente em 1966 que houve uma maior distribuição dos LDs, alcançando em três anos o montante de 51 milhões de livros tanto didáticos quanto técnicos. Em 1976, o INL foi extinto e substituído pela Fundação Nacional do Livro Didático (FNLD), a qual ficou responsável pelo Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PLIDEF). Por meio do decreto nº 77.107 de 4/2/76, o governo passou a utilizar o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e com a ajuda dos respectivos estados, começou a comprar os livros. Em 1985, o PLIDEF foi substituído pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e com ele, diversas mudanças como, por exemplo, a garantia do crédito de escolha do livro pelos professores e outros. Foram criados também o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), em 2004 e o Programa Nacional do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos (PNLA), em 2007.

Percebemos que a distribuição de livros didáticos teve um crescimento vertical, tendo em vista que antes de 1929 praticamente ela não existia. Hoje, temos um dos maiores programas de distribuição de livros, de acordo com Yunes e Silva (2009), que atende desde as séries iniciais até o Ensino Médio.

Apesar do crescente aumento do uso de novas tecnologias em sala de aula no processo de ensino-aprendizagem, tais como recursos audiovisuais, eletrônicos e a internet, o LD é ainda a ferramenta mais utilizada pela maioria dos professores em todo o Brasil e, considerado por eles, o mais eficaz (MOTA, 2011). Suas principais funções são a de direcionar a aprendizagem escolar e estabelecer elos entre a aprendizagem, a vida cotidiana e a profissional.

Nesse contexto, a avaliação de livros didáticos na área de Química deve contemplar os distanciamentos e/ou aproximações criados, pelos respectivos autores, ao elaborarem um objeto de ensino, partindo do objeto do saber, tendo em vista que há a necessidade de os professores pesquisarem as abordagens e metodologias que possam promover um maior aprendizado.

Com a preocupação de analisar essa ferramenta (livro didático) tão valiosa para o desenvolvimento do educando, neste trabalho, temos como objetivo analisar o conteúdo apresentado para o ensino das Propriedades Coligativas (PCs), com ênfase nas possíveis aproximações e/ou distanciamentos de uma ciência de referência, criados pelos autores para que determinado objeto do conhecimento possa ser entendido pelos discentes aos quais se destina (público alvo). Para tanto, serão realizadas comparações entre os conhecimentos apresentados pelos LDs, aprovados no último PNLEM (BRASIL, 2012), e a Ciência de Referência com a identificação das possíveis aproximações e/ou distanciamentos.

A análise terá foco nos livros didáticos do segundo ano do Ensino Médio, em que este assunto é normalmente abordado, uma vez que se tem neste período o estudo da Físico-Química. Sendo o conteúdo das PCs muito importante no desenvolvimento do educando, pois este está ligado intimamente aos fatos do cotidiano, lançamos alguns questionamentos bastante simples, como: o que permite explicar por que há interrupção da fervura da água ao adicionarmos açúcar quando preparamos o café? Por que a acetona com água evapora mais lentamente do que quando ela está pura? Por que em alguns países do hemisfério norte, na época do frio, tem-se o costume de adicionar sal nas estradas para derreter a neve? Por que o uso das panelas de pressão reduz o tempo de preparo dos alimentos?

Diante de questões tão rotineiras, observamos o quão necessário é que o professor trabalhe este assunto em sala de aula e ainda, que se faça uma escolha crítica do LD a ser adotado. Uma das maneiras para fazer a análise destes LDs é observando as transposições didáticas (CHEVALLARD, 1997;1998, p.16, 17, 19):

Todo proyecto social de enseñanza y de aprendizaje se constituye dialécticamente com la identificación y la designación de contenidos de saberes como contenidos a enseñar. Los contenidos de saberes designados como aquellos a enseñar (...), en general preexisten al movimiento que los designa como tales. Sin embargo, algunas veces (...) son verdaderas creaciones didácticas, suscitadas por las “necesidades de la enseñanza”.(...). Un contenido de saber que ha sido designado como saber a enseñar, sufre a partir de entonces un conjunto de transformaciones adaptativas que van a harcelo apto para ocupar un lugar entre los objetos de enseñanza. El “trabajo” que transforma de un objeto de saber a enseñar en un objeto de enseñanza, es denominado la transposición didáctica. La transformación de un contenido de saber preciso en una versión didáctica de ese objeto saber puede denominarse más

apropiadamente “transposición didáctica stricto sensu”. (...) supone tener en cuenta la transposición didáctica sensu lato, representada por el esquema → objeto de saber → objeto a enseñar → objeto → de enseñanza en el que el primer eslabón marca el paso de lo implícito a lo explícito, de la práctica a la teoría, de lo preconstruido a lo construido. (...) Podemos considerar la existencia de una transposición didáctica, como proceso de conjunto, como situaciones de creaciones didácticas de objetos que se hacen “necesarias” por las exigencias del funcionamiento didáctico. (...) El ejercicio del principio de vigilancia en la transposición didáctica es una de las condiciones que determinan la posibilidad de un *análisis científico* del sistema didáctico. (...) El docente no percibe espontáneamente la transposición –por lo menos no le concede especial atención¹.

Podemos perceber a importância das transposições didáticas, uma vez que elas são bastante comuns nas bibliografias utilizadas pelos discentes para o estudo das disciplinas do seu currículo escolar. Cabe ao docente saber identificar se estas transposições contidas nestes LDs são boas, ou conduzem a erros conceituais ao se distanciarem bastante da Ciência de Referência. Sendo assim, pode-se utilizar o princípio da vigilância (CHEVALLARD, 1997; 1998), que é uma das maneiras de minimizar os problemas da transposição, cuja eficácia particular consiste em iluminar, em questionar a identidade espontaneamente suposta, para que apareça a inadequação cuja evidência é mascarada, pois um conteúdo do saber sofre adaptações para que se torne um objeto capaz de ser ensinado. Essas adaptações ocorrem em função das diferentes faixas etárias e dos níveis de ensino em que se trabalha determinado conteúdo. Para classificarmos os dados obtidos durante a pesquisa, utilizamos o modelo de Cone (FRANZOLIN, 2007).

Ferramenta de análise

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, o qual originou-se da transposição do conhecimento científico para cada nível de ensino, sendo necessário

¹ Todo projeto social de ensino e aprendizagem se constitui dialeticamente com a identificação e a designação de conteúdo do saber em conteúdo a ensinar. O conteúdo do saber designado como aqueles para ensinar (...), geralmente pré-existe ao movimento que os designa como tal. No entanto, às vezes (...) são verdadeiras criações didáticas levantadas pela "necessidades do ensino." (...). Um conteúdo do saber designado para o saber ensinar, então sofre de uma série de mudanças adaptativas que irão fazê-lo apto a ocupar o seu lugar entre os objetos de ensino. O "trabalho" que transforma um objeto de conhecimento para lecionar em uma matéria escolar é denominado de transposição didática. A transformação de um conteúdo de conhecimento preciso em uma versão didática do objeto a conhecer mais apropriadamente é chamada de "transposição didática de sentido estrito." (...) Significa levar em conta a didática lato sensu, representada pelo regime a fim de conhecer o assunto para lecionar a disciplina de educação em que o primeiro passo que marca a transição do implícito para o explícito, da prática à teoria, do pré-construído para o construído. (...) Consideramos a existência de uma transposição didática como processo de conjunto, como situações de criações didáticas de objetos que são "necessárias" pelas exigências do desempenho didático. (...) O exercício do princípio de controlar a transposição didática é uma das condições que determinam a possibilidade de uma análise científica do sistema educacional. (...) O professor não percebe espontaneamente uma transposição, se não der atenção especial (tradução do autor).

para facilitar o aprendizado dos alunos de diversas faixas etárias, respeitando o nível cognitivo do discente. Nesta, 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).

O outro tipo de distanciamento seria o horizontal, que se refere ao distanciamento com relação ao eixo determinado pelo rigorismo e, portanto, gera conhecimentos que se encontram fora do Cone que o rodeia. Pode-se caracterizar por ser um artifício utilizado 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, observemos a figura 1, o modelo do cone por Franzolin (2007), adaptado para este trabalho.

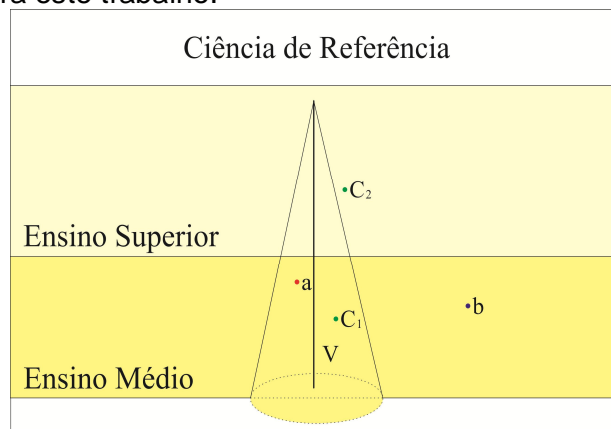


Figura 1. Representação de possíveis tipos de distanciamento encontrados entre os conhecimentos ensinados nos diferentes níveis de ensino e aqueles apresentados pela Referência.

O 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. Podemos 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, desse modo, localiza-se fora do cone. Já o ponto $c1$ 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 $c2$, encontra-se afastado horizontalmente ao ser ensinado nesse nível de escolaridade, caracterizando-se como um laxismo com relação à Referência, conforme Franzolin (2007).

Tendo em vista a dificuldade de achar os artigos que primeiro discorreram sobre as PCs, utilizamos como Ciência de Referência as informações contidas no livro Atkins: Físico-Química, de autoria de Peter Atkins e Julio de Paula, que apesar de já ser uma criação didática, apresenta um alto rigorismo científico ao abordar o conteúdo. Ele é também utilizado pelo professor da disciplina Físico-Química e pelos alunos da Universidade Federal de Sergipe Campus Professor Alberto Carvalho.

Metodologia

Selecionamos os livros didáticos do Ensino Médio (LDEM), aprovados no PNLEM de 2012, para verificar as possíveis aproximações e/ou distanciamentos com relação à Ciência de Referência, no que se refere ao conteúdo de PCs. Os LDEM estão dispostos no quadro 1.

Quadro 1: livros didáticos aprovados no PNLEM de 2012.

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.

O livro selecionado do ensino superior (LSES) foi:

LSES	ATKINS, P.; PAULA, J. de; Atkins: Físico-Química . Tradução SILVA, E. C. da <i>et alii</i> . 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
------	---

Análise dos conteúdos

A análise consiste em compararmos os conceitos concernentes às PCs apresentados nos livros do Ensino Médio selecionados, a fim de verificarmos se esses conceitos aproximam-se ou afastam-se da ciência de referência, observando cuidadosamente os trechos dos LDs para proporcionar uma interpretação crítica. Os conceitos analisados são: como é que surgem as PCs e de que proposta didática o autor utiliza-se para transcrever o objeto a ensinar em objeto de ensino.

Resultados e Discussões

Para iniciarmos a discussão a respeito da transcrição didática, é necessário que conheçamos o nosso referencial (ATKINS, 2008). Sendo assim, levando em consideração que as soluções estão diluídas, as PCs dependem exclusivamente do número de partículas do soluto presente e não da natureza das partículas, admitindo que o soluto não seja volátil e que ele não se dissolva no solvente sólido, ou seja, o solvente sólido puro se separa quando a solução é congelada. Partindo desses

princípios, temos que as PCs (em que, coligativas significa “dependem do conjunto e não do indivíduo”) derivam da diminuição do potencial químico pela presença do soluto.

A redução faz o potencial químico passar de μ_A^* ($\mu_A^* = (\partial G / \partial n_j)_{p,t,n'}$ quando o solvente está puro, para $\mu_A^* + RT \ln X_A$, quando o soluto está presente ($\ln X_A$ é negativo, pois $X_A < 1$, em que $X_A + X_B = 1$). A dedução matemática abaixo exemplifica que durante a formação das equações das PCs somente se utiliza a fração do soluto e que em momento algum é levado em consideração o tipo de partícula (ATKINS, 2008).

Tomando como exemplo a elevação do ponto de ebulição, temos:

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

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

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

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

Dedução matemática para o cálculo das Propriedades Coligativas (ATKINS, 2008, p. 137).

Ao analisarmos a dedução acima, podemos perceber que qualquer soluto que se adicione poderá levar às mesmas Propriedades Coligativas. À luz do referencial apresentado na dedução acima, entendemos que é a quantidade do soluto que leva ao surgimento das PCs, e não as interações entre soluto-solvente ou soluto-soluto. Isto é, as propriedades dependem da quantidade da espécie e não do tipo de partícula, pois 1,0 mol de sacarose irá interagir de maneira diferente que 0,5 mol de cloreto de sódio, ou seja, um mol de partículas iônicas.

Considerando soluções com o mesmo volume de solvente, temos que a sacarose é uma substância molecular e relativamente grande, se comparada aos íons sódio e cloro, que são partículas iônicas. Diante disso, como seria possível que partículas tão distintas levassem aos mesmos desvios das propriedades físicas do solvente? Quanto às PCs, 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.

Dentro deste contexto, temos que o nosso referencial se utiliza do conceito de entropia para explicar o surgimento das PCs, pois relaciona a estabilidade dos sistemas com a sua desordem. Aparece, então, a figura de Boltzman, que propôs uma equação para a entropia:

$S = K \ln W$; em que W é o número de microestados pelos quais as moléculas de um sistema podem ser distribuídas mantendo-se a energia total constante (ATKINS, 2008, p. 73).

A energia de Gibbs, que mede a espontaneidade de um sistema a pressão e temperatura constante:

$$G = H - TS$$

Quando adicionamos qualquer soluto a um determinado solvente puro, estamos aumentando a entropia total do sistema e, conseqüentemente, a desordem. Tendo como base a energia de Gibbs, podemos chegar a conclusão de que com o

aumento da entropia, haverá uma diminuição da energia de Gibbs e, por conseguinte, uma maior estabilidade do sistema, o qual resultará nas PCs, pois será necessária maior quantidade de energia para entrar em ebulição e retirar mais energia da solução para fundir, uma vez que nestas condições, o sistema possui maior estabilidade.

Passemos, agora, com base no referencial teórico exposto acima, à análise de algumas frases contidas nos LDs, no quadro 2.

Quadro 2: Frases contida nos LDs relacionadas às Propriedades Coligativas.

LD	Frases contidas nos livros didáticos do Ensino Médio
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> <p>“Iguais quantidades (mols) de diferentes solutos não eletrólitos e não voláteis, dissolvidas em uma mesma quantidade de solvente, causam o mesmo abaixamento na temperatura em que se inicia a solidificação do 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 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>

“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).

No LDEM I, há uma aproximação em relação ao conhecimento da Referência, principalmente no que se refere à relação de proporcionalidade existente entre a quantidade de soluto e a intensidade das PCs, podendo, assim, as frases contidas nas páginas 59 e 64 se enquadrarem no ponto **a** do cone citado acima. No entanto, as frases da página 61 apresentam uma criação didática, criada pelos autores (julgada com base no referencial deste trabalho) para que os alunos possam entender esse conteúdo. Nesse sentido, essas frases podem ser enquadradas no ponto **c1**, uma vez que não se distanciam muito da Ciência de Referência, embora sejam uma criação didática. Podemos perceber também que os autores conseguem fazer com que a criação didática da página 61 não entre em contradição com as frases das páginas 59 e 64.

No LDEM II, também há uma aproximação em relação ao conhecimento da Referência em todas as frases selecionadas nas páginas 233 e 234. Na classificação dos pontos que fazem parte do cone, o LDEM II insere-se no ponto **a**, tendo em vista que as explicações para o surgimento das PCs estão de acordo com o conhecimento da 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, podemos perceber que algumas das frases selecionadas podem ser relacionadas ao ponto **b**, ou seja, um afastamento horizontal em relação ao conhecimento da Referência descrito no cone proposto acima, apresentado na figura 1, já que é possível percebermos a existência de criações didáticas (explicações para determinados fenômenos puramente didáticos), ao analisarmos a página 73, tendo em vista que o autor atribui ao surgimento das PCs as interações existentes entre o solvente e o soluto e não a entropia citada no referencial. Já nas páginas 64, 73 e 75 do mesmo livro, o autor apresenta frases que podem ser enquadradas no ponto **a**, pois descrevem as relações de proporcionalidade existentes entre a concentração e a intensidade das PCs, aproximando-se bastante da Ciência de Referência aqui considerada.

Ainda na análise do LDEM III, podemos inferir que em alguns momentos o autor utiliza-se de criações didáticas (distancia-se horizontalmente da Referência) e em outros, aproxima-se da Ciência de Referência. 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 dão origem às PCs, 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 PCs 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 às mesmas intensidades das PCs.

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 PCs na página 141. Já nas frases das páginas 144 e 148, é possível percebermos que há uma criação didática na explicação do surgimento das propriedades, a qual podemos enquadrar no ponto **c1** do cone, uma vez que não se distancia muito da Ciência de Referência, embora seja uma criação didática. As frases da página 152 podem ser inseridas no ponto **a**, pois se apresentam como uma aproximação em relação à Ciência de Referência.

No LDEM V, há um afastamento em relação ao conhecimento da Ciência de Referência, já que apresenta conceitos que podem ser relacionados ao ponto **b**, como podemos observar na página 61, em que os autores justificam ser as “interações intermoleculares”(erro conceitual) que dão origem às PCs, na qual apresentam: “Ao adicionarmos um soluto não volátil ao solvente, aumentam as interações entre as espécies químicas presentes na solução, dificultando a evaporação do solvente.” No entanto, na maioria dos momentos os autores aproximam-se da Ciência de Referência, como é o caso das páginas 61 e 63, ao tratarem da relação de proporcionalidade existente entre a concentração do soluto e a intensidade do surgimento das PCs, caracterizando assim como o ponto **a** do cone.

Vale salientar que, assim como o LDEM III, o LDEM V também apresenta contradição, ao transitar entre o ponto **a** e o **b** do cone, quando os autores afirmam, por exemplo: “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). Podemos observar que no primeiro momento, os autores tratam do surgimento das PCs através das interações existentes entre soluto e solvente e no segundo momento, afirmam que partículas de solutos diferentes apresentam o mesmo aumento de temperatura de ebulição, mas os alunos podem questionar: As interações entre as partículas (iônica ou molecular) com o solvente são iguais, já que levam ao surgimento de igual intensidade das mesmas PCs?

Conclusão

Com base no que verificamos nos cinco LDs aprovados no PNLEM 2012, observamos a existência de três formas de explicar como surgem as PCs. Os LDEM I e IV apresentaram uma proposta de criação didática para o conceito de entropia, já os LDEM III e LDEM V, ao tentarem fazer uma criação didática (interações intermoleculares) para explicarem o surgimento das PCs, acabaram se distanciando muito da Ciência de Referência e induziram a um erro conceitual. 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 PCs.

Cabe ao professor durante o processo de escolha do livro, analisar as transposições didáticas que são apresentadas e verificar se estas irão facilitar ou dificultar o processo de ensino e aprendizagem, uma vez que estas transposições podem levar a erros conceituais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATKINS, Peter; PAULA, Julio de; **Atkins**: Físico-Química. Tradução: Edilson Clemente da Silva, e et al. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

BRASIL. **Guia de livros didáticos:** PNLD 2012 : Química. – Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2011.

CANTO, Eduardo Leite do; PERUZZO, Francisco Miragaia; **Química na abordagem do cotidiano.** 4. Ed. São Paulo: Moderna, 2010. V. 2, p. 42-84.

CHEVALLARD, Yves. **La transposición didáctica:** Del Saber Sabio Al Saber Enseñado. Buenos Aires: Aique, 1997/1998.

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química:** meio ambiente, cidadania, tecnologia. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010. V. 2, p. 140-162

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.

LISBOA, Julio Cezar Foschini; **Ser Protagonista Química.** 1. ed. São Paulo: SM, 2010. V. 2, p. 64-83

MAIA, Juliana de Oliveira; SÁ, Luciana Passos; MASSENA, Elisa Prestes; WARTHA, Edson José. **O Livro Didático de Química nas Concepções de Professores do Ensino Médio da Região Sul da Bahia.** Química nova na escola. Vol. 33, N° 2, MAIO 2011. Disponível em <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_2/07-PE7110.pdf>>. Acesso em 10 de dezembro de 2011.

MORTIMER, Eduardo Fluery; MACHADO, Andréa Horta. **Química, 2:** Ensino Médio. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2010. V. 2, p. 224-239

MOTA, N. B. **MEC realiza webconferência 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, Melissa Haag; FREITAS, Neli Klix; O livro didático ao longo do tempo: a forma do conteúdo. *Pesquisa*, v. 3, p. 26-33, 2008.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza; **Química Cidadã.** 1. ed. São Paulo: nova geração, 2010. V. 2, p. 56-75

YUNES, Jorge; SILVA, Marcelo Soares Pereira da; **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>> Acesso em 10 de outubro de 2011.