

A ABORDAGEM DOS CONCEITOS DE SUBSTÂNCIA, MISTURA E DENSIDADE UTILIZANDO OS FUNDAMENTOS DAS MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES

The Approach Of The Substance Of Concepts, Mixture And Density Using The Basics Of Multiple Representations

Mário Sérgio Nunes Bica [mario_soad@msn.com]

Rafael Roehrs [rafael.roehrs@unipampa.edu.br]

*Universidade Federal do Pampa, Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Prática de Ensino
BR 472 km 592, Caixa Postal: 118 Uruguaiana-RS*

Resumo

Na abordagem do ensino de ciências percebe-se que os estudantes se submetem a diferentes formas de representações que estão inseridas no discurso científico, e presentes nos conteúdos previstos nas matrizes curriculares. A prática desses modos representacionais, se utilizados de forma integrada durante o ensino, pode ser a condição fundamental para possibilitar a compreensão no ensino de ciências por um maior número de estudantes, inclusive no ensino de química. A multiplicidade de representação, portanto, vai ao encontro de uma das grandes problemáticas que atingem atualmente as instituições de ensino: a grande diversidade sociocultural de sujeitos que compõem uma mesma classe escolar. Esta pesquisa, tendo como público alvo estudantes da primeira série do ensino médio de uma escola pública, buscou discutir sobre as inferências de diferentes discursos simbólicos no ensino de química, abordando os conceitos de substância, mistura e densidade, através da linha de investigação das Múltiplas Representações, para aumentar o número de estudantes com uma melhor compreensão de ciências. Utilizou-se duas estratégias para representar estes conceitos, onde estas demonstraram impactos divergentes na relação dos estudantes com os diferentes símbolos utilizados pelos diferentes métodos representacionais. Demonstram ainda que cada método representacional não se torna universalmente aplicável na prática educacional, a não ser que esteja integrado a outros, pois cada método permite explorar distintas inferências sobre o mesmo tema.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Múltiplas Representações, Diferentes Linguagens.

Abstract

Considering the science teaching approach, it is noticed that students are exposed to different forms of representations which are embedded in scientific discourse and also present in the curriculum matrices' prescribed content. The practice of these representational modes, if used in an integrated manner during the teaching process, may be the fundamental condition to enable better comprehension in science education by a greater number of students, including chemistry teaching. The multiplicity of representation therefore meets one of the great problems which currently reach educational institutions: the huge socio-cultural diversity of subjects that constitute the same school class. This research, having as target students from the first grade of secondary education in a public school, sought to discuss the implications of different symbolic speeches in chemistry teaching considering the concepts of substance, mixture and density through the line of Multiple Representations investigation to increase the number of students with better comprehension of science. Two strategies were used to represent these concepts, and both showed different impacts on the relation of students with different symbols used by different representational methods on the

same concepts of chemistry. It also shows that each representational method does not become universally applicable in educational practice unless it is integrated with other methods, since each method allows you to explore different inferences about the same topic.

Keywords: Teaching Science; Multiple Representations; Different Languages.

1 Introdução

Na abordagem do ensino de ciências, percebe-se que os estudantes são submetidos a diferentes formas de representações inseridas no discurso científico e presentes nos conteúdos previstos na matriz curricular. Estas diversas formas representacionais constituem um mecanismo pedagógico essencial para o processo de significação, interpretação e entendimento, resultante da pluralidade de linguagens na qual se apresentam (Laburú & Zompero & Barros, 2013). Podemos citar, como exemplo de diferentes representações, as formas descritivas (verbal, gráficos, mapas, etc.), experimentais, matemáticas (equações) e figurativas (Klein & Laburú, 2012).

Considerando o que diz respeito à prática desses modos representacionais, quando utilizados durante o ensino de forma integrada, podem ser a condição fundamental para possibilitar uma melhor compreensão no ensino das ciências (Laburú *et al*, 2011). Tal estratégia é possível, pois, tanto na aprendizagem matemática (Duval, 2006) quanto no ensino de ciências, existe a necessidade de um entendimento de diversas formas de representar estes conhecimentos (Laburú *et al*, 2011).

Em contra partida, predomina a ideia de um esquema educacional que prevê somente uma maneira ou forma de representação conceitual. Nele, existe ênfase no verbalismo do docente e a passividade de escutar do estudante (Mizuki, 1986; Bécker, 1994). Ainda neste modelo, a metodologia predominantemente utilizada pelo professor é a aplicabilidade de aulas expositivas, sendo os principais recursos de comunicação o uso de quadro e giz (Klein & Laburú, 2012). E com isso, tomando como referência a teoria das Inteligências Múltiplas (Gardner, 1989) esse tipo de proposta pedagógica favorece somente um perfil cognitivo de sujeito, enquanto os demais estudantes com diferentes estruturas motivacionais, culturais e cognitivas são desfavorecidos (Gardner, 1989).

Nessa perspectiva, a multiplicidade de representação (Klein & Laburú, 2012) vai ao encontro, de uma das grandes problemáticas que atingem, atualmente, as instituições de ensino, a grande diversidade sociocultural de sujeitos que compõe uma mesma classe escolar. Onde, segundo Travassos (2001), esses sujeitos “respondem a diferentes formas de informação cultural e assimilam conteúdos com diferentes estruturas motivacionais e cognitivas”.

No estudo da Química o conhecimento científico adquire significado através das construções mentais, produzidas entre diferentes signos (Lahore, 1993). Dessa forma, considera-se que a multiplicidade representacional (Klein & Laburú, 2012) vinculada ao ensino de ciências contribui para um maior incentivo no Ensino de Química, pois a comunicação utilizada nessa área se dá através de uma grande variedade simbólica (Lahore, 1993).

Contudo, é importante salientar que cada linguagem constitui-se de uma maneira particular de perceber a realidade (Lahore, 1993), e o processo de aquisição e apropriação da linguagem científica pelos alunos percorre distintas linhas que constituem a linguagem comum. Conforme Lahore (1993), um exemplo no ensino de química é a respeito do conceito do que é e não é uma substância pura, e o que se compreende na linguagem popular de água pura e ar puro (Lahore, 1993).

Portanto, essa aquisição da linguagem científica tem como pressuposto a interação do sujeito com mais de uma forma de perceber um determinado fenômeno, em que segundo Lahore (1993):

“(…) a aquisição da linguagem científica pelos alunos, envolve não apenas a aquisição de novas palavras, mas a transição para uma nova forma de pensar e ver a realidade através de um novo sistema semântico” (Lahore, 1993).

Sendo assim, para que se possa identificar ou desenvolver as habilidades de cada sujeito em um ambiente escolar, são necessárias diferentes metodologias utilizadas em conjunto, podendo articular o ensino e direcionar a aprendizagem dos estudantes sobre uma compreensão ampla de ideias (Gardner & Hatch, 1989; Travassos, 2001) maximizando o potencial intelectual de um maior número de indivíduos.

Nessa perspectiva, uma abordagem sob o viés das Múltiplas Representações, segundo Klein & Laburú (2012):

“(…) refere-se à prática de rerepresentar um mesmo conceito de várias maneiras ou em diferentes linguagens, sejam elas descritivas (verbal, gráfica, tabular, diagramática, fotográfica, por mapas ou cartas), experimentais e matemáticas, figurativas (pictórica, analógica e metafórica), gestuais ou corporais” (Klein & Laburú, 2012).

A rerepresentação de formas distintas pode ser um instrumento facilitador e ampliador do processo de aprendizagem que ocorre em sala de aula, principalmente no ensino de ciências. No estudo da química, conceitos de substâncias, misturas e densidade são, normalmente, os primeiros a serem investigados, e para Lacerda, Campos & Marcelino-Jr (2012):

“A relevância dessa temática associa-se à importância de se introduzir em sala de aula abordagens diferenciadas que tratem o conhecimento de forma contextualizada e que provoquem mobilização, motivação e aprendizagem dos alunos” (2012 p.76).

Portanto, esta pesquisa tem por objetivo, através da linha de investigação sobre os Multimodos e Múltiplas Representações (Prain & Waldrip, 2006), discutir sobre as inferências de diferentes discursos simbólicos no ensino de química, utilizando a prática das múltiplas representações de um mesmo grupo de conceitos, e atingir um maior número de estudantes dentro de uma mesma sala de aula. Para tanto, foram traçadas duas estratégias metodológicas, alicerçadas sobre dois modos representacionais distintos, aplicados inversamente a estudantes da educação básica.

2 Metodologia

O trabalho foi realizado em uma escola pública da rede estadual no município de Uruguaiana/RS e ocorreu entre a primeira e a segunda semana do calendário letivo, no período de quinze (15) dias. O público-alvo dessa investigação foram estudantes da primeira série do ensino médio.

Conforme a matriz curricular da escola, a orientação para a abordagem inicial dos conceitos específicos da química para a referida série é o estudo que explora a Estrutura da Matéria (Rio Grande Do Sul, 2009). Portanto, esses estudantes foram submetidos a diferentes Estratégias Representacionais (Prain & Waldrip, 2006) referentes aos conceitos de Substâncias, Misturas Homogêneas/Heterogêneas e Densidade.

Em ambas estratégias foram estruturadas a utilização de dois Métodos distintos, que se deve ao fato de que cada método permite oferecer distintas inferências sobre o mesmo tema (Panoura *et al* 2007, *apud* Laburú & Silva, 2011). Os métodos foram aplicados separadamente

dentro de cada estratégia, com intervalos de uma semana, enquadrados sobre carga horária de uma hora (1 hora/aula) cada. Abaixo, e no quadro 1 estão as descrições e o esquema de cada método utilizado nas duas estratégias representacionais:

- **Método Representacional 1:** aula de caráter descritiva, mais especificadamente, Verbal-Oral e Verbal-Textual (Klein & Laburú, 2012) que se refere a argumentações orais e descritivas sobre o tema, tendo como ferramentas quadro e giz para abordagem e discussão dos conceitos específicos, no caso Substâncias, Misturas e Densidade. Nesse método foram expostos, no quadro, os conceitos de substância, misturas e densidade, juntamente, com exemplificações de materiais que permitem fazer relações entre os conceitos, tais como a água para exemplo de substância pura, a água e o álcool como exemplo de mistura homogênea ou monofásica, a água e o óleo exemplificando uma mistura heterogênea, assim como a problematização do conceito de densidade, relacionando, a massa e volume ocupado por materiais como algodão e areia. Assim como, a relação matemática “densidade igual à massa de um material sobre o seu volume” (Fonseca, 1993).
- **Método Representacional 2:** aula de caráter sensorial, mais especificadamente, Experimental e de Manipulação de Objetos (Klein & Laburú, 2012), em que, além das argumentações orais, objetos são utilizados para manipulação e constatação de um conceito. Nesse método, a discussão oral dos conceitos norteou toda a atividade, no entanto, foram utilizados materiais, tais como, água potável, etanol, óleo de cozinha, areia, algodão e copos plásticos. Com isso, permitiram-se a todos os estudantes que participassem, através da visualização ou manipulação dos materiais, das demonstrações dos exemplos, de substância, tais como a água, misturas homogêneas e heterogêneas, como água/etanol e água/óleo de cozinha, respectivamente, e ainda problematizando o conceito de densidade comparando dois copos plásticos com o mesmo volume e, totalmente, preenchidos por compostos diferentes, tais como algodão e areia (Fonseca, 1993).

Foram escolhidas, aleatoriamente, duas classes para a aplicação das estratégias, sendo, uma para cada classe.

- **Estratégia 1:** Método Representacional 1 seguido do Método Representacional 2;
- **Estratégia 2:** Método Representacional 2 seguido do Método Representacional 1;

Quadro 1: Conceitos Específicos, Estratégia Metodológica e os Métodos Representacionais utilizados nas aulas de química

Conceitos específicos	Estratégia Metodológica	Métodos Representacionais
Substâncias	- Verbal-Oral; Verbal-Textual;	- Argumentação Oral e Descrição do conceito de substância utilizando giz e quadro;
	- Experimental; Manipulação de Objetos Tridimensionais;	- Utilização de materiais como copos plásticos transparentes, água e etanol;
Misturas Homogêneas e Heterogêneas	- Verbal-Oral; Verbal-Textual;	- Argumentação Oral e Descrição do conceito de mistura utilizando giz e quadro;
	- Experimental; Manipulação de Objetos Tridimensionais;	- Utilização de materiais como copos plásticos transparentes, água/etanol, água/óleo de cozinha, água/óleo de cozinha/areia.
Densidade	- Verbal-Oral; Verbal-Textual;	- Argumentação Oral e Descrição do conceito de densidade

		utilizando giz e quadro;
	- Experimental; Manipulação de Objetos Tridimensionais;	- Utilização de materiais como copos plásticos transparentes, algodão e areia;

Como forma de verificar as inferências desses diferentes discursos simbólicos, sobre os conceitos específicos, foram estruturados dois questionários fechados, denominados Questionário 1 (Apêndice 1) e Questionário 2 (Apêndice 2), contendo em cada um cinco (05) questões sobre os conceitos abordados nos dois métodos representacionais. Os estudantes tinham quarenta e cinco minutos para responder o questionário, e nos quinze minutos finais da hora aula, era realizada a correção das questões. As questões basearam-se nos conceitos específicos de química (Fonseca, 1993), tanto para o método 1 (descritos e argumentados), quanto no método 2 (manipulações e demonstrações visuais dos materiais utilizados). A ordem de aplicabilidade desses questionários, e dos métodos representacionais estão descritos no quadro 2.

Quadro 2: Distribuição, ordem de aplicação dos métodos representacionais e dos questionários nas Estratégias utilizadas

Estratégia 1	Estratégia 2
Método 1 (1h)	Método 2 (1h)
Questionário 1 (1h)	Questionário 2 (1h)
Método 2 (1h)	Método 1 (1h)
Questionário 2 (1h)	Questionário 1 (1h)

Participaram da investigação cinquenta (50) estudantes em todos os momentos da aplicação dos métodos representacionais, e, subsequentemente, dos questionários. A Estratégia 1 (E1) contou com a participação de vinte e dois (22) estudantes e a Estratégia 2 (E2) os outros vinte e oito (28) estudantes.

3 Resultados e Discussões

Analisando os dados obtidos em relação ao desempenho dos estudantes que participaram em todos os momentos da atividade, as estratégias demonstraram diferentes efeitos entre os diferentes símbolos utilizados nos dois métodos representacionais sobre conceitos da química (Lahore, 1993). Dessa forma, o quadro 3 apresenta as porcentagens de alunos que acertaram, ou não, questões para cada estratégia.

Quadro 3: Porcentagem alunos por acertos em relação as Estratégias aplicadas.

Nº de acertos	Estratégia 1 (E1)		Estratégia 2 (E2)	
	Método 1 (%)	Método 2 (%)	Método 2 (%)	Método 1 (%)
0	27,27	22,72	32,14	3,57
1	27,27	40,91	35,72	39,29
2	40,91	27,27	17,86	28,57
3	4,55	9,10	10,71	25,00
4	0	0	3,57	3,57
5	0	0	0	0
Total	100	100	100	100

Observando os resultados obtidos na E1, em relação à aplicação do Método 1 (baseado nas argumentações orais e descritivas sobre os conceitos) a maioria dos estudantes, 40,91%, obteve 2 acertos. Nesta etapa houve um máximo de 3 acertos nas avaliações, correspondendo a 4,55% do total. Já em relação ao Método 2 (manipulação de objetos e constatação dos conceitos), ainda sobre

a E1, a maioria dos estudantes, 40,91%, acertam apenas 1 questão. Houve, no entanto, um aumento do número de 4,55% (no Método 1) para 9,10% dos estudantes que obtiveram um número de 3 acertos. Salientando-se que em ambos os métodos aplicados nessa estratégia, 3 foi o número máximo de acertos obtidos.

Paralelamente a E1 foi aplicada a E2, e estruturada de forma inversa à primeira. Percebeu-se que iniciando com a aplicação do Método 2 (manipulação de objetos), a maioria dos estudantes, 35,72%, acertou 1 questão. Um número significativo, 32,14%, não obteve acertos, entretanto, notou-se que uma parcela de 3,57% de alunos alcançaram um número de 4 acertos. Ainda sobre a E2, mas em relação ao seu Método 1, a maioria dos estudantes, 39,29%, acertaram 1 questão, e mantiveram-se os mesmos 3,57% em relação ao número de 4 acertos. O que representa que a E2 manteve um aumento em relação, ao máximo de acertos obtidos nos dois métodos, do que os alcançados na E1 (3 acertos). Porém, o que chamou a atenção foi uma grande queda em relação ao número de estudantes que não haviam acertado nenhuma questão do Método 2 para o Método 1 na E2: de 32,17% para 3,57%. É possível observar que o Método 1 (o segundo a ser aplicado) desta estratégia teve um aumento significativo de estudantes que conseguiram obter 3 acertos, 25,00%, contra os 10,71% do Método 2.

Portanto, *a priori*, a noção estabelecida através da análise dos resultados é que o Método 1 permitiu aos estudantes um melhor desempenho nas avaliações em ambas estratégias metodológicas. Neste método e na E1, a maioria dos estudantes (40,91%) atingiu 2 acertos, enquanto no outro método (experimental) a porcentagem foi equivalente para somente 1 acerto. Na E2 houve uma queda de 32,14% do método 2 para 3,57% no método 1, dos estudantes que não acertaram nenhuma questão. E ainda, se analisarmos o Método 1 sob a E2, verifica-se um aumento do número de estudantes em, praticamente, todos os números de acertos:

- 1 acerto – de 35,72% no Método 2 para 39,29% no Método 1;
- 2 acertos – de 17,86% no Método 2 para 28,57% no Método 1;
- 3 acertos – de 10,71% no Método 1 para 25,00% no Método 1;

No entanto, quando se realizou uma comparação entre o número de acertos pelo número de estudantes, de cada estratégia, notamos, no gráfico 1, que ambos os métodos representacionais (1 e 2) apresentaram limitações (Panoure et al. *apud* Laburú & Silva, 2011).

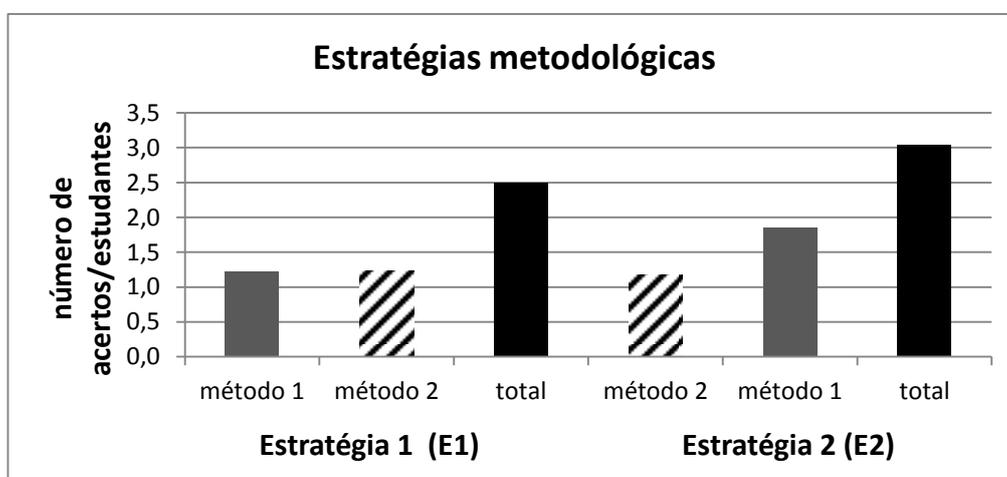


Gráfico 1: Comparação das Estratègias 1 e 2, em relação ao número de acertos pelo número de estudantes.

Verificou-se que nenhum dos dois métodos utilizados nas duas estratégias se sobressaiu sobre o outro, pois os estudantes obtiveram os mesmos números de acertos por aluno. 1,2 acertos, tanto na primeira etapa da E1 (método 1), quanto na primeira etapa da E2 (método 2). O que reforça a noção de que, os métodos representacionais não devem tornar-se universalmente aplicáveis na prática educacional (Duval, 2004). Nessa perspectiva, pegamos como exemplo, sobre o ensino de conceitos da química, a afirmação de Leites (*apud* Laburú & Silva, 2011), de que:

“se tem muitas formas de representar moléculas e átomos, cada uma delas é usada para destacar aspectos particulares do fato que se pretende explicar e nenhuma é universalmente aplicável. (Leites et al. 2008, *apud* Laburú & Silva, 2011)”.

Sendo assim, o gráfico 1, ainda apresenta diferenças sobre a aplicabilidade das duas estratégias. Na E1 se manteve a mesma média, de 1,2 acertos por aluno, nos dois métodos representacionais. Por outro lado, na Estratégia 2, que também, apresentou a média de 1,2 no primeiro método aplicado (Método 2), acabou demonstrando um aumento para 1,9 acertos por aluno no método seguinte (Método 1).

Conforme demonstra o gráfico 1, tanto o Método 1, como o Método 2 não demonstram em ambas estratégias, se visualizados separadamente, uma superior representatividade conceitual sobre o outro. Todavia, consideramos que a E2 apresentou, sobre o viés da multiplicidade de representações (Klein & Laburú, 2012), um maior impacto do discurso científico sobre um maior número de estudantes, em relação a E1. Esta afirmação é válida se considerarmos a melhora percentual e significativa que houve no número de acertos dos estudantes nesta estratégia. Sabendo que, o que diferenciou a E1 da E2 foi a ordem de aplicabilidade dos dois métodos representacionais, a E2, possivelmente, foi responsável por favorecer aos estudantes uma maior interação e envolvimento aos conceitos abordados nos dois métodos representacionais (Barbosa et al, 2012).

Ambas as estratégias permitiram aos estudantes transitar entre diferentes símbolos do discurso científico nos dois métodos representacionais. No entanto, a E2 utilizou como primeiro método representacional um discurso experimental através da manipulação de objetos (Klein & Laburú, 2012), o que desde o primeiro contato com os conceitos químicos instigou nos estudantes a curiosidade, permitindo-os manipularem e visualizarem os fenômenos discutidos. Através da prática de representar os mesmos conceitos em mais de uma forma simbólica, considera-se que houve na E2 uma maximização sobre o mecanismo de repetição e revisão sobre os conceitos da química abordados (Lemke, 2003). Deste modo foi potencializado o desempenho dos estudantes, assim como atingido um maior número de alunos, já que somente 3,57% dos estudantes submetidos à E2, não obtiveram acertos no segundo método representacional, em contraste com os 22,72% do mesmo momento na E1.

Portanto, reconhecendo a existência de um ambiente escolar plural, social e cultural entre sujeitos de uma mesma sala de aula, não é difícil constatar que este ambiente é permeado por diversos tipos de acontecimentos (Travassos, 2001). Esses acontecimentos, podem tanto favorecer ou desfavorecer a dinâmica da sala de aula, principalmente, quanto à forma com que o docente aborda os conhecimentos específicos, de uma determinada área do conhecimento. No caso do ensino de química, em que podem ser utilizados diferentes recursos de comunicação para abordar o discurso científico, os estudantes se submetem à diferentes formas de representações sobre os conteúdos previstos na matriz curricular. A prática das Múltiplas Representações produz efeitos positivos perante o processo do discurso científico no ambiente escolar, pois, permite ao docente rever, repetir, corrigir e, principalmente, criar a possibilidade de atingir-se um maior número de estudantes de uma sala de aula. Alunos esses que possuem diferentes estruturas motivacionais e cognitivas, e que ao transitarem entre as diferentes formas de abordar e reconhecer o discurso científico poderão potencializar suas diferentes habilidades (Gardner & Hatch, 1989).

4 Considerações Finais

Com base nos dados aqui apresentados, essa investigação procurou evidenciar como múltiplas representações podem contribuir para que se possa explorar um mesmo conceito sem torná-lo redundante. Foi possível perceber como algumas estratégias de apresentação de métodos de ensino podem alcançar resultados diferenciados, auxiliando no entendimento dos estudantes. Utilizando mais de uma forma de reapresentar um mesmo grupo de conceitos da química, se permitiu aos estudantes tramitar por diferentes símbolos representacionais, explorando a sua capacidade em integrar o significado dos conceitos que nos diferentes métodos foram abordados.

Tendo em vista fatores como interesse por uma determinada disciplina, ritmos de aprendizagem e habilidades mentais específicas, reflete-se a respeito do esquema educacional que prepara somente uma maneira ou uma forma de representação conceitual. Pois, para que se atinja um número cada vez maior de indivíduos em um ambiente escolar se faz necessário buscar alternativas metodológicas que contribuam com o processo de ensino e aprendizagem. A utilização de metodologias variadas, como no caso das múltiplas representações vai de encontro com esta proposta e amplia as possibilidades de despertar o interesse pelo ensino de ciências sobre um maior número de estudantes.

Como forma de contribuir em trabalhos nessa linha de investigação, reflete-se sobre a necessidade de que as tarefas de avaliação se adaptem em relação a cada método representacional utilizado. Permitindo criar uma interface do discurso científico com implicações locais, sociais, pessoais e tecnológicas atuais. Vinculando-se, dessa maneira, as orientações curriculares nacionais do ensino médio, que apontam a contextualização como uma prática fundamental na relação dos sujeitos com os objetos do conhecimento, e auxiliando no processo do ensino de ciências.

5 Referências

- Barbosa, J. U. Leal, M. C. Rossi, S. Q. Dias, T. N. Ferreira, K. A. Oliveira, C. P. (2012). Analogias para o Ensino de Bioquímica. *Revista Ensaio*, 14(1), 195-208.
- Becker, F. (1994). Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. *In: Educação e Realidade*. Porto Alegre, 19(1), 89-96, Jan/Jun.
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, New York, 61(1-2), 103-131.
- Fonseca, M. R. M. (1993). *Química Integral, 2º grau: volume único*. São Paulo: FTD.
- Gardner, H. Hatch, T. (1989). Multiple Intelligences Go to School: Educational Implications of the Theory of Multiple Intelligences. *Educational Researcher*, 18(8), 4-10.
- Klein, T. A. S. Laburú, C. E. (2012). Multimodos de Representação e teoria da Aprendizagem Significativa: Possíveis Interconexões na Construção do Conceito de Biotecnologia. *Revista Ensaio*, 14(2), 137-152.
- Laburú, C. E. Barros, M. A. Silva, O. H. M. (2011). Multimodos e Múltiplas Representações, Aprendizagem Significativa e Subjetividade: Três Referenciais Conciliáveis da Educação Científica. *Ciência & Educação*, 17(2), 469-487.
- Laburú, C. E. Silva, O. H. M. (2011). O Laboratório Didático A Partir da Perspectiva da Multimodalidade Representacional. *Ciência & Educação*, 17(3), p. 721-734.

- Laburú, C. E. Zompero, A. de F. Barros, M. A. (2013) Vygotsky e múltiplas representações: leituras convergentes para o ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 30(1), 7-24.
- Lacerda, C.C. Campos, A. F. Marcelino-Jr, C. A. C. (2012) Abordagem dos conceitos mistura, substância simples, substância composta e elemento químico numa perspectiva de ensino por situação-problema. *Química Nova na Escola*, 34(2), 75-82.
- Lahore, A. A. (1993). Lenguaje Literal y Connotado en la Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, Barcelona, 11(1), 59-62.
- Lemke, J. L. (2003) *Teaching all the languages of science: words, symbols, images, and actions*. [S. l.]: [s. n.]. Acesso em 03 out, 2013, <http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/papers/barcelon.htm>.
- Mizukami, N. G. M. (1986). *Ensino: As abordagens do processo*. 6º edição, Editora Pedagógica e Universitária.
- Prain, V. Waldrip, B. (2006). An exploratory study of teachers' and students' use of multimodal representations of concepts in primary science. *International Journal of Science Education*, London, 28(15), 1843-1866.
- Rio Grande Do Sul. (2009). Secretaria da Educação. Referencial curricular – *Lições do Rio Grande – Ciências da Natureza e suas Tecnologias*. SED. Acesso em 18 fev, 2014, <http://www.educacao.rs.gov.br/pse/html/educa.jsp>.
- Salla, F. (2012). Neurociência: como ela ajuda a entender a aprendizagem. *Revista Nova Escola*. Acesso em 12 jul, 2014, <http://revistaescola.abril.com.br/formacao/neurociencia-como-ela-ajuda-entender-aprendizagem-691867.shtml?page=1>.
- Travassos, L. C. P. (2001). Inteligências Múltiplas. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 1(2).
- Zompêro, A. F. Laburú, C. E. (2010). Multimodos de Representação em Atividades sobre Higiene para a Educação Infantil. *Experiências em Ensino de Ciências*, 5(3), 103-114.

Apêndice 1

– Método Representacional 1 –

Questionário sobre Substâncias, Misturas e Densidade.

Questão 1¹: É característica de substância pura:

- a) ser solúvel em água.
- b) ter constantes físicas definidas.
- c) ter ponto de fusão e ponto de ebulição variável.
- d) sofrer combustão.
- e) ser sólida à temperatura ambiente.

Questão 2: Dadas amostras dos seguintes materiais:

- I. Cloro gasoso
- II. Ar atmosférico
- III. Latão
- IV. Grafite

Representam substâncias puras, ou seja não é mistura:

- a) I e II
- b) I e III
- c) I e IV
- d) II e III
- e) III e IV

Questão 3:

I - água (g) e água(s). II - gás oxigênio. III - etanol e areia. IV - gás carbônico e gás hidrogênio. Relativamente aos sistemas acima, podemos afirmar que existe uma:

- a) substância pura em I.

¹ Em ambos questionários, a numeração das questões foi do número um (1) ao 5 (cinco). A descrição em parênteses, em algumas questões, é a fim de esclarecer os argumentos supracitados no texto.

- b) substância composta em II.
- c) mistura monofásica em III.
- d) mistura bifásica em IV.
- e) mistura que pode ser separada por decantação em IV.

Questão 4: O exame de um dado material apresentou os seguintes resultados:

Aparência: homogênea, incolor, transparente.

Estado físico à temperatura ambiente: líquido.

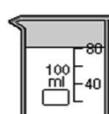
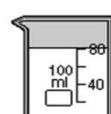
Ponto de ebulição na pressão ambiente: 147 °C (constante).

Análise química: composição constante.

A partir desses dados, assinalar a alternativa correta.

- a) O material pode ser uma mistura homogênea ou heterogênea.
- b) O material pode ser uma mistura homogênea ou uma substância pura.
- c) O material é substância pura.
- d) O material pode ser uma substância pura simples, mas não pode ser um composto.
- e) O material é uma mistura azeotrópica.

Questão 5 (A): Abaixo se encontra um esquema ilustrando dois frascos, um com água e outro com álcool. No quadro têm-se três diferentes materiais, “A”, “B” e “C”, todos sólidos e insolúveis em água e álcool. Considerando que 1 mL equivale a 1 cm³, analise as afirmações abaixo do esquema.

					
Água d = 1,0 g/mL	Alcool d = 0,8 g/mL				
					
		Material “A”	Material “B”	Material “C”	
		Volume (cm ³)	28,0	14,0	20
		Massa (g)	16,8	19,6	18

- I. O material “A” flutua tanto em água quanto em álcool.
- II. O material “B” afunda tanto em água quanto em álcool.
- III. O material “C” flutua em água, mas afunda em álcool.

Baseado no exposto, afirma-se que:

- a) apenas I é correta. b) apenas II é correta. c) apenas III é correta. d) apenas I e II são corretas.
- e) todas, I, II e III, são corretas.

Apêndice 2

– Método Representacional 2 –

Questionário sobre Substâncias, Misturas e Densidade.

Questão 1 (6): Sobre substâncias simples são formuladas as seguintes proposições:

- I. São formadas por um único elemento químico;
- II. Suas fórmulas são representadas por dois símbolos químicos;
- III. Podem ocorrer na forma de variedades alotrópicas;
- IV. Não podem formar misturas com substâncias compostas.

São INCORRETAS:

- a) I e II b) I e III c) II e III d) II e IV e) III e IV

Questão 2 (7): “Eureka” é uma famosa exclamação atribuída ao matemático grego Arquimedes, pronunciada após descobrir que o volume de qualquer corpo pode ser calculado, medindo o volume de água deslocado, quando esse corpo for submergido neste líquido. Baseado nessa descoberta, o volume, em cm^3 , deslocado de água quando uma esfera de alumínio de massa igual a 7 g e densidade de $1,4 \text{ g/cm}^3$, for mergulhada num recipiente com água será igual a:

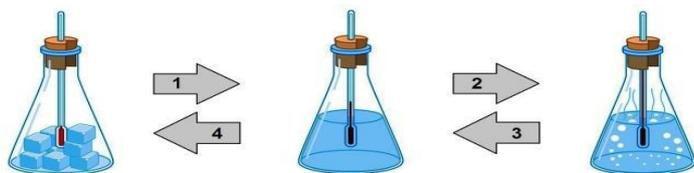
- a) 9,8 b) 8,4 c) 5,6 d) 5,0 e) 1,4

Questão 3:

I - água (g) e água(s). II - gás oxigênio. III - etanol e areia. IV - gás carbônico e gás hidrogênio. Relativamente aos sistemas acima, podemos afirmar que existe uma:

- a) substância pura em I.
- b) substância composta em II.
- c) mistura monofásica em III.
- d) mistura bifásica em IV.

Questão 4 (8): Ao nosso redor vemos diversos materiais assumindo os estados sólido, líquido ou gasoso. Abaixo você vê uma imagem mostrando água pura nos três estados físicos mais comuns.



Sobre os sistemas acima e suas características, são feitas as seguintes afirmações:

- I. Uma amostra de água no estado sólido apresenta volume e forma constantes.
- II. Uma amostra de água no estado líquido apresenta volume constante, porém forma variável.

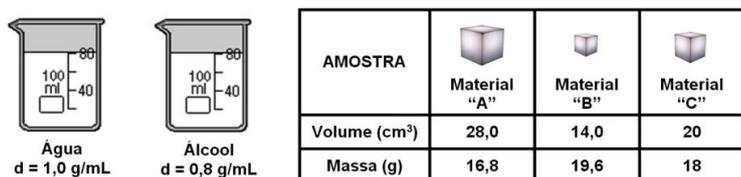
III. A transformação **1** só irá ocorrer se o sistema receber energia na forma de **calor**. Essa particular transformação é do tipo física e chama-se fusão.

IV. No estado líquido, as moléculas movimentam-se com maior liberdade do que no estado sólido.

São corretas as afirmações:

- a) todas I, II, III e IV. b) apenas II, III e IV. c) apenas I, II e IV. d) apenas I, III e IV.
e) apenas II e III.

Questão 5 (B): Abaixo se encontra um esquema ilustrando dois frascos, um com água e outro com álcool. No quadro têm-se três diferentes materiais, “A”, “B” e “C”, todos sólidos e insolúveis em água e álcool. Considerando que 1 mL equivale a 1 cm³, analise as afirmações abaixo do esquema.



I. O material “A” flutua tanto em água quanto em álcool.

II. O material “B” afunda tanto em água quanto em álcool.

III. O material “C” flutua em água, mas afunda em álcool.

Baseado no exposto, afirma-se que:

- a) apenas I é correta. b) apenas II é correta. c) apenas III é correta. d) apenas I e II são corretas.
e) todas, I, II e III, são corretas.