



AS REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS NAS PROVAS DE QUÍMICA NO VESTIBULAR DA UFRN: UMA APROXIMAÇÃO À LINGUAGEM CIENTÍFICA NO ENSINO DAS CIÊNCIAS NATURAIS

SEMIOTIC REPRESENTATION IN CHEMISTRY EXAMS IN THE ADMITTANCE TEST FOR UFRN: AN APPROACH TO SCIENTIFIC LANGUAGE IN THE TEACHING OF NATURAL SCIENCE

Isauro Beltrán Núñez¹
Fabia Maria Gomes Uehara², José Everaldo Pereira³

1UFRN, Depto. de Educação, isaurobeltran@yahoo.com.br
1IFRN – Campus Natal Zona Norte, DIETECZN, fabia@cefetrn.br
2IFRN – Campus Natal Zona Norte, DIETECZN, everaldo@cefetrn.br

Resumo

O trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa sobre as representações semióticas e o tipo de conversão de uma representação semiótica em outra privilegiado nas provas de vestibular de Química da UFRN, considerando a importância da linguagem como elemento-chave da habilidade de representar fenômenos químicos e suas transformações. Os resultados mostram que, em geral, o uso de representações semióticas é uma das características desse tipo de avaliação. Dentre as representações, são privilegiados os enunciados, as fórmulas e as equações químicas. As representações gráficas (gráficos cartesianos e diagramas) ainda são pouco utilizadas e, entre as conversões de uma representação em outra, as mais usadas são as do tipo enunciado para equação química, e as menos usadas são as de equação para enunciado.

Palavras-chaves: representações, linguagem das ciências, avaliação.

Abstract

This paper presents the results of a research on semiotic representations and the conversions among the semiotic representations that are most popular in the admittance tests for UFRN, considering the importance of language as a key element of the ability of representing chemical phenomena and its transformations. The results show that in general the use of semiotic representations is characteristic of this kind of test. Among those representations the most common are enunciations, formulas and chemical equations. The graphic representations (cartesian graphics and diagrams) are still less used, while the conversions among the most used representations are usually of the kind enunciation to chemical equation, and in a smaller number, the opposite situation, that is, from equation to enunciation.

Key-words: representations, science language, evaluation.

INTRODUÇÃO

Para construir e comunicar conceitos e teorias, a ciência utiliza representações semióticas externas (baseadas em sistemas de signos), tais como: diagramas, gráficos, equações, ilustrações, enunciados, dentre outras. Assim, aprender química é também aprender a linguagem dessa ciência.

Tais representações, suas características, sua natureza e sua diversidade, como também suas formas de construção, interpretação e transformação, devem ser consideradas como parte dos conteúdos a aprender nas aulas de ciências e como tema de investigação para a Didática das Ciências Naturais e da Matemática.

De maneira geral, o desenvolvimento de competências no domínio da representação e da comunicação, na área das Ciências da Natureza, envolve características a serem abordadas em todas as disciplinas da área. Entre essas competências, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ (BRASIL, 2002b) – citam:

Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas. (BRASIL 2002b, p. 27).

As habilidades e competências associadas à área das Ciências da Natureza, no que diz respeito ao componente curricular de Química, ainda na perspectiva dos PCN+ (BRASIL, 2002b), são as seguintes:

Identificar e relacionar unidades de medidas usadas para diferentes grandezas, como massa, energia, tempo, volume, densidade, concentração de soluções; ler e interpretar informações de dados com diferentes linguagens ou formas de representação, como símbolos, fórmulas e equações químicas, tabelas, gráficos, esquemas, equações; selecionar e fazer uso apropriado de diferentes linguagens e formas de representação, como esquemas, diagramas, tabelas, gráfico, traduzindo umas nas outras (BRASIL, 2002b, p.89)

As Ciências Naturais – e a Química, em particular – utilizam extensivamente os modelos, ou seja, representações simplificadas ou idealizadas, através de símbolos, fórmulas, convenções e códigos. Assim, é necessário que o aluno desenvolva competências e habilidades adequadas para utilizar tal linguagem, tornando-se capaz de entender e empregar, a partir das informações fornecidas, a representação simbólica das transformações químicas (BRASIL, 2002a).

A linguagem científica proporciona ao ensino um conjunto de signos, símbolos e regras que permitem criar e ler o conteúdo da aprendizagem. A linguagem da Química propõe, através de modelos – representados por equações, fórmulas estruturais, gráficos e figuras, entre outros –, o mundo como é compreendido pelo químico. Para o estudo, e conseqüentemente para a aprendizagem da ciência química, é indispensável aprender-se a linguagem dessa ciência. Segundo alguns autores, as dificuldades de aprendizagem da linguagem da química estão associadas à distinção em relação à linguagem comum, à especificidade quase hermética da primeira e, possivelmente, às dificuldades em se construir as necessárias relações entre os entes químicos do mundo microscópico e os do macroscópico (MORTIMER, 1998; CHASSOT, 2003; ROQUE; SILVA, 2008).

Para Duval (1999), uma das grandes dificuldades na aprendizagem da matemática (linguagem das ciências) reside na capacidade dos alunos de reconhecer e

executar mudanças de registros semióticos, identificando que umas dessas mudanças de registro são mais complexas que outras. Duval (2003) afirma que as dificuldades encontradas pelos estudantes podem ser descritas e explicadas como uma falta de coordenação de registros de representações.

Berg; Smith (1994) afirmam que existe pouca participação dos alunos nesse tipo de atividade e, como essa capacidade é básica, porém não inata nem de desenvolvimento espontâneo, é necessário que seja objeto de apropriação nos processos de ensino.

Já Postigo; Pozo (2000) afirmam que os alunos utilizam diferentes níveis no processamento da informação – o explícito, o implícito e o conceitual – e que as dificuldades da aprendizagem na construção e interpretação de representações semióticas se devem também aos próprios livros didáticos. Para esses autores, os livros incluem numerosas representações que, com frequência, são usadas como simples ilustrações, sem serem explicados os processos de interpretação e de construção do significado de tais representações.

Quando o aluno não se apropria dessa linguagem e do significado das várias representações, tende a apresentar dificuldade para o estabelecimento de relações nas representações internas e nas externas. No ensino médio, muitas vezes, essas representações estruturais simbólicas são apresentadas sem a explicação necessária para sua construção e sua compreensão (ROQUE; SILVA, 2008).

Garcia; Palacios (2006) ressaltam o fato de alguns autores fazerem referência às dificuldades relacionadas ao trabalho com representações semióticas na aprendizagem da Química apresentadas por alguns alunos, a saber:

- a) não compreender a natureza mediática e metafórica das representações semióticas;
- b) ao analisar várias representações, centrar-se em apenas uma delas (a mais familiar e concreta) e em suas características superficiais (não nas mais relevantes);
- c) igualmente, ao usar diferentes representações, não conseguir coordená-las e integrá-las, e somente realizar conexões entre elas quando enfrentam o processo de resolução de problema.

Diversos autores (ROTH; BOWEN, 1999) afirmam que estudantes do ensino médio e do superior, assim como graduados em Ciências, têm dificuldade para compreender as representações de gráficos cartesianos. Isto é, não conseguem manipular mais elaboradamente os gráficos nem fazer uma interpretação normativa deles.

Para Duval (1999), o ensino trata da formação e da interpretação das representações semióticas sem dar a devida atenção à conversão de um tipo de representação em outro. Essa última habilidade, necessária à compreensão e ao domínio da linguagem da química, quando deficientemente formada pode dificultar a aprendizagem dos fenômenos químicos e suas transformações assim como limitar as possibilidades da transferência dos conhecimentos para novas situações.

Autores como Galagovsky; Aduriz-Bravo (2001), assinalam dificuldades que os alunos têm para compreender a natureza mediática e metafórica das representações semióticas. Lima; Pontes (2007), em seus estudos, revela o fato de os estudantes utilizarem representações semióticas numa objetividade típica de um realismo ingênuo. Por sua vez, outros estudos têm mostrado a preferência dos alunos por analisar as representações que lhes são familiares orientando-se por traços não essenciais, o que é típico de um pensamento empírico-classificatório.

A pesquisa tem como objetivo central estudar as representações semióticas exploradas nas perguntas das provas dos vestibulares de Química da UFRN, devido ao impacto que, em geral, tem esse tipo de avaliação nas formas de se pensar o ensino e a aprendizagem da Química no ensino médio. Assim, são formuladas as seguintes questões de estudo:

1. Qual é a extensão do uso de representações semióticas nas perguntas das provas do vestibular de Química?
2. Quais tipos de representações semióticas são privilegiados nessas provas?
3. Quais tipos de conversões entre representações semióticas são exigidos na solução das questões das provas?

As provas analisadas foram aplicadas de 1997 a 2009, totalizando 13 vestibulares, o que corresponde a 26 provas – 13 objetivas e 13 discursivas –, perfazendo um total de 275 perguntas.

O MARCO TEÓRICO

A linguagem científica e a comunicação são parte substancial do trabalho científico. A Química, como disciplina científica, tem seus padrões temáticos e modelos, sua linguagem, assim como seu padrão estrutural. Segundo Lemke (1997), para que a aprendizagem das ciências tenha lugar na sala de aula, é necessário que os alunos disponham de conhecimentos sobre o tema, mas também sobre os gêneros da linguagem científica. Para o autor, a linguagem científica fornece a forma de se organizar o raciocínio.

Aprender a linguagem da Química implica que os textos produzidos – ou seja, o que os alunos dizem – tenham sentido para a ciência. Dessa forma, a aprendizagem da Química não se separa das formas diversas nem da estrutura (semântica e sintaxe) da linguagem dessa área de conhecimento.

Uma vez que a linguagem científica tem características específicas e que sua aprendizagem pode ser comparada à de uma língua diferente da materna (SUTTON, 1997; LEMKE, 1997), o estudo dessa linguagem nos processos que envolvem ensino e aprendizagem da Química, em especial na avaliação da aprendizagem, se torna relevante para a pesquisa didática.

A semiótica “é a ciência geral dos signos linguísticos”. Engloba a semântica e a sintaxe. Nos dois casos, o foco é o interesse pelo uso de signos e o significado destes na linguagem científica.

O quadro teórico deste trabalho foi estruturado a partir das contribuições de Duval (1999) sobre as representações semióticas. Em seus trabalhos, esse autor dialoga com as obras de Piaget e de Vigotsky, especificamente em *La formation du symbole chez l'enfant* do primeiro, e *Pensamento e Linguagem*, do segundo.

As contribuições de Duval (2003) consideradas relevantes são as seguintes:

1. imagem mental (conceitos internalizados), representação semiótica (representação constituída pelo emprego de signos) e representação mental (representação semiótica internalizada) são conceitos distintos;
2. as representações semióticas podem ter diferentes funções: expressão (para o outro), objetivação ou identificação de um objeto da realidade (para o próprio indivíduo) e tratamento da representação semiótica segundo certas regras;
3. um objeto pode ser representado sob diferentes formas semióticas;

4. a mudança de uma forma de representação semiótica para outra constitui uma operação cognitiva básica;
5. as representações semióticas utilizam e mostram diferentes registros;
6. a representação inclui a comunicação, o funcionamento cognitivo e a compreensão.

Para Duval (2003), existem três atividades cognitivas relacionadas com as representações semióticas:

- a) a formação de representações;
- b) o tratamento das representações; e
- c) a conversão de uma representação em outra.

Formação de representações: consiste na elaboração de uma representação de um registro dado. Nesse processo, seleciona-se um conjunto de caracteres ou signos dentro de um sistema semiótico, para representar as características principais de um objeto. Em Química, essa atividade inclui: atribuição de nomes às substâncias, construção das fórmulas estruturais das substâncias e codificação de relações ou propriedades de uma transformação química (reação química). Outro exemplo é o processo de construção de gráficos com os resultados de um experimento.

Tratamento da representação: ou seja, transformação da representação no mesmo registro em que estava formulada – transformação interna de um registro. O tratamento da representação é uma atividade necessária no processo de responder a perguntas e solucionar problemas em Química e é orientada para ampliar a informação e a representação de um objeto dentro de um mesmo sistema semiótico.

Conversão da representação: é a transformação da representação em uma representação de outro registro (de um sistema semiótico diferente). Nessa atividade, conserva-se a totalidade ou somente uma parte do conteúdo da representação inicial. É uma transformação externa a um registro. Na Química, a conversão se manifesta na tradução, na ilustração, na codificação e na transposição das representações. Por exemplo: ao se construir um gráfico com base nos resultados de um problema; ao se interpretar e se descrever, na linguagem oral, o diagrama da estrutura de uma substância; ao se representar através de equações um enunciado escrito.

METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa, de natureza quantitativa, se fundamenta na dialética das categorias quantidade/qualidade. A quantidade expressa a extensão de indicadores qualitativos do objeto de estudo.

Para as análises das perguntas objetivas e das discursivas, foram definidas categorias como variáveis de análise, as quais, por sua vez, foram estruturadas em subvariáveis.

A variável representação semiótica se estrutura em duas categorias:

- representação não gráfica;
- representação gráfica.

Para cada categoria, estabelecem-se novas subcategorias, como é mostrado a seguir:

- representações não gráficas: texto (enunciado), fórmula molecular, equação química, representação de estrutura, tabela, expressão algébrica, fórmulas estrutural.
- representações gráficas: diagramas, gráfico cartesiano.

Para o estudo da variável *conversão de representações semióticas*, se estabeleceram categorias, a partir da análise das perguntas das provas, num diálogo entre a teoria e a empiria.

Os dados são representados em tabelas e gráficos, seguindo a estatística descritiva, que possibilita a redução de dados quantitativos e qualitativos da população ou da amostra, para uma leitura mais simplificada, de modo a se poderem avaliar as variáveis para se responder às questões de estudo. As tabelas e os gráficos expressam as frequências. Os gráficos oferecem uma imagem acessível dos resultados da pesquisa.

ANÁLISES DOS RESULTADOS

A discussão dos resultados está organizada em função das questões de estudo, a fim de se obter uma sequência que integre a solução do problema e o objetivo geral da pesquisa e deles se aproxime.

AS REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS NAS PROVAS DE QUÍMICA DO VESTIBULAR DA UFRN

Os resultados da pesquisa evidenciam o peso significativo das representações semióticas como elementos que configuram as perguntas das provas dos vestibulares de Química da UFRN. Como mostra o gráfico 01, 93% das perguntas contêm um ou vários tipos de representações semióticas.

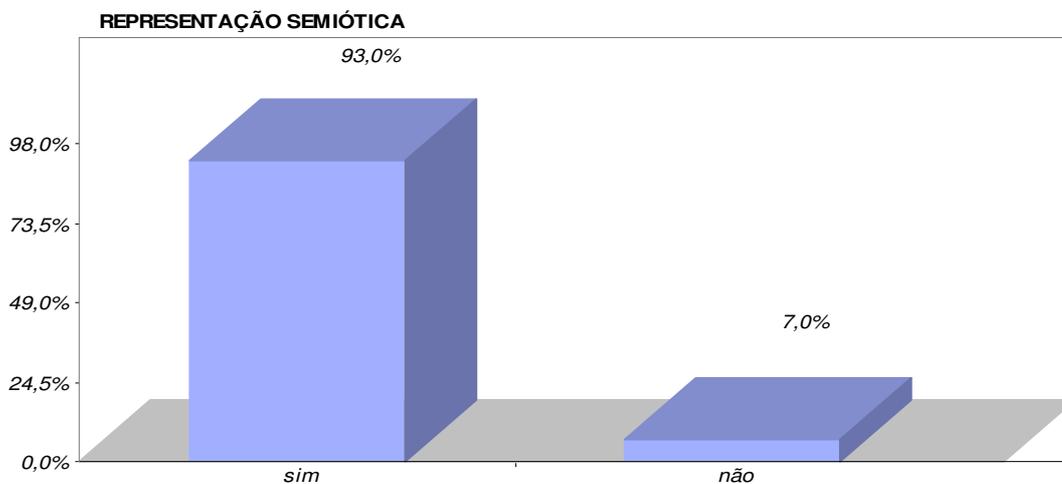


Gráfico 01 - Frequência das representações semióticas
Fonte: Pesquisa de campo

Essa grande quantidade de representações semióticas pode ser justificada pela tendência dos vestibulares da UFRN a se aproximarem das orientações curriculares para o ensino médio, que consideram a competência de representação e o uso de diferentes linguagens como exigências da educação científica e, conseqüentemente, da avaliação.

Como vimos, as representações semióticas são categorizadas em não gráficas e gráficas. Em relação às representações não gráficas, a tabela 01 mostra a preferência por tipo nas perguntas das provas.

Tabela 01- Frequência de representação não gráfica

CATEGORIAS	EFETIVOS	FREQUÊNCIA
sim	248	90,8%
não	25	9,2%
Total	273	100%

Fonte : Pesquisa de campo

Na tabela 0, se podem constatar os tipos de representações não gráficas : enunciados (23,9%), fórmulas (24,9%) e equações químicas (24,2%). Ou seja, esses percentuais correspondem ao 90,8% das representações desse tipo usadas nas provas, conforme informado na tabela 01.

Tabela 02- Frequência do tipo de representação não gráfica

CATEGORIAS	EFETIVOS	FREQUÊNCIA
texto (enunciado)	93	23,9%
fórmula	97	24,9%
equação química	94	24,2%
representação de estrutura	61	15,7%
tabela	18	4,6%
expressão algébrica	3	0,8%
fórmula estrutural	23	5,9%
Total	389	100%

Fonte : Pesquisa de campo

Os três tipos de representação não gráfica que se destacam são muito frequentes no ensino da Química. As fórmulas e as equações químicas são elementos-chaves da linguagem química. Nas questões analisadas neste estudo, as representações de estruturas de entidades químicas correspondem a 15,7%, e aparecem com menor frequência as expressões algébricas: 0,8%.

As representações gráficas são de uso muito frequente na linguagem química. A construção e a interpretação de gráficos se revela como uma competência básica no campo representacional dos processos e fenômenos químicos. Para Pozo; Gomez Crespo (1998), a construção de gráficos e diagramas e sua interpretação fazem parte dos procedimentos relacionados com interpretação de informação.

O gráfico 02 revela que 83,8% das perguntas não exigem trabalho com gráfico cartesiano ou diagrama:

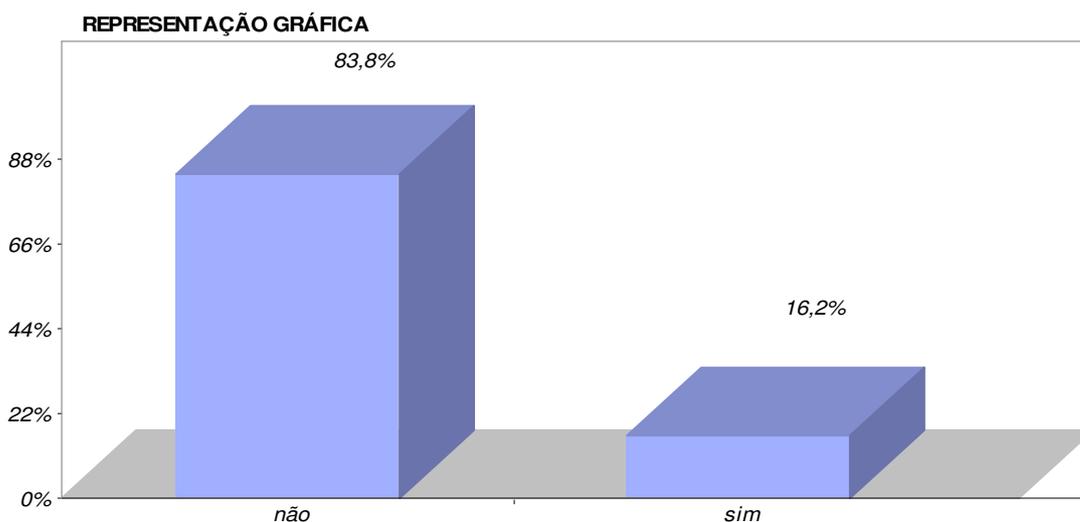


Gráfico 02 - Frequência das representações gráficas
 Fonte: Pesquisa de campo

Por sua vez, o gráfico 03 mostra que é baixa a frequência do uso de representações gráficas e que praticamente não existe uma preferência por gráfico ou diagrama nas perguntas das provas.

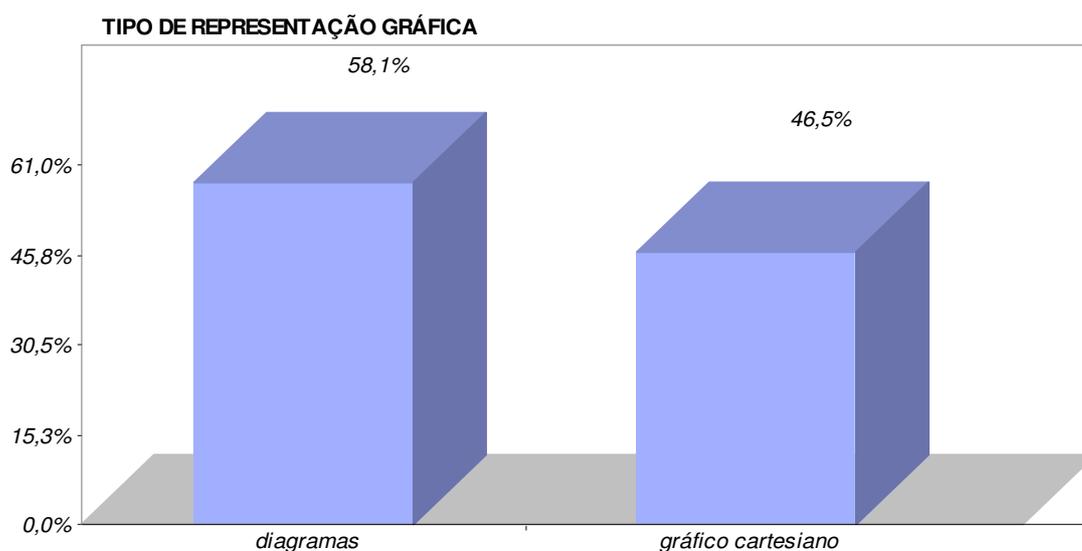


Gráfico 03 - Frequência do tipo de representação gráfica
 Fonte: Pesquisa de campo

A CONVERSÃO ENTRE REPRESENTAÇÕES: O QUE SE EXIGE NAS PROVAS DO VESTIBULAR

A conversão entre representações é uma habilidade importante no domínio da linguagem da Química como ferramenta essencial para se desenvolver um pensamento científico. Saber química significa também saber transformar uma representação semiótica em outro tipo de registro ou em outra representação semiótica. Apesar disso, somente 21,5% das perguntas analisadas exigem a habilidade de transformar um tipo de representação em outro, conforme mostra a tabela 03.

Tabela 03 - Frequência da conversão entre representações

CATEGORIA	EFETIVOS	FREQUÊNCIA
não	209	76,0%
sim	66	24,0%
Total	275	105

Fonte : Pesquisa de campo

Esse resultado aponta para uma baixa demanda da habilidade de converter uma representação semiótica em outra nas provas de vestibular de Química. Isso, de certa forma, pode estar relacionado com as práticas de ensino de Química, que, em geral, não sistematizam as transformações de representações entre diferentes níveis de descrição e explicação dos processos químicos, como apontam Galavkosky; Adúriz-Bravo (2001).

A tabela 04 apresenta a frequência com que aparecem diferentes tipos de conversão de uma representação semiótica em outra.

Tabela 04 - Frequência do tipo de conversão entre representações

CATEGORIAS	EFETIVOS	FREQUÊNCIA
enunciado-equação química	20	24,7%
enunciado-expressão algébrica	8	9,9%
equação química-enunciado	12	14,8%
enunciado-representação de estrutura	7	8,6%
expressão algébrica-enunciado	3	3,7%
tabela-enunciado	3	3,7%
representação de estrutura-enunciado	7	8,6%
diagrama-fórmula	1	1,2%
enunciado-gráfico cartesiano	5	6,2%
fórmula-enunciado	3	3,7%
equação química-fórmula	2	2,5%
diagrama-enunciado	1	1,2%
gráfico cartesiano-enunciado	3	3,7%
enunciado-fórmula	1	1,2%
diagrama-fórmula	1	1,2%
fórmula-representação de estrutura	1	1,2%
equação química-representação de estrutura	1	1,2%
diagrama-equação química	1	1,2%
diagrama-gráfico cartesiano	1	1,2%
Total	81	100%

Fonte : Pesquisa de campo

De acordo com a tabela 04, a conversão que mais se exige nas provas, no que diz respeito a essa habilidade, de modo geral, é a transformação de enunciado para equação química (24,7 %). Esse resultado pode estar relacionado com uma habilidade básica da

Química: escrever a equação de reações químicas. Não obstante, segundo relatórios parciais da Comissão Permanente de Vestibulares – COMPERVE (UFRN) –, os estudantes têm mostrado um baixo desenvolvimento dessa habilidade. Pozo; Gomez Crespo (1998) afirmam que os estudantes não compreendem o significado químico das equações químicas nem fazem distinções adequadas entre subíndices e coeficientes estequiométricos. Para os autores, isso está relacionado com a dificuldade que esses estudantes têm de diferenciar o nível de análise macroscópico do microscópico.

Embora, nas provas, se explorem 19 tipos diferentes de conversão entre representações semióticas, existe uma dispersão significativa nas frequências com que aparece cada tipo. A conversão de equação química para enunciado aparece com a segunda maior frequência. As conversões enunciado-representação de estrutura, e vice-versa, aparecem com baixa frequência. Apesar de sua importância, foram pouco explorados nas provas outros tipos de conversão, como: enunciado-gráfico, diagrama-enunciado, gráfico cartesiano-enunciado, fórmula-representação de estrutura.

CONCLUSÕES

Os resultados do estudo permitem fazerem-se algumas considerações, como conclusões provisórias, assim como recomendações, que podem contribuir para uma reflexão sobre os processos de ensino e de aprendizagem das representações semióticas e da linguagem da Química.

Existe uma preocupação com o uso de representações semióticas, em geral, nas perguntas das provas do vestibular de Química da UFRN. Mas se observa a preferência, nos projetos de prova, pelos enunciados. Isso, em certa medida, pode expressar uma tradição de se apresentarem os dados de forma qualitativa, como explicam Garcia; Palacios (2005).

O uso de gráficos está associado a procedimentos e exigências cognitivas de alto nível de abstração. O pequeno número de perguntas com gráficos pode ser explicado pela tradição de esse tipo de representação ser mais utilizado no nível universitário (ROTH; BOWEN, 1999). Esse uso limitado de gráficos nas provas coincide com os resultados de outras pesquisas nas quais se discute sobre as poucas oportunidades dos estudantes para trabalhar com representações gráficas (ROTH; BOWEN, 1999). Dessa forma, os gráficos ainda não têm um papel preponderante na representação, na leitura e na compreensão dos fenômenos químicos.

Nas provas dos processos seletivos em estudo, se exigem poucas transformações de uma representação semiótica para outra. Contrariando os resultados dos estudos de Garcia; Palacios (2006), a conversão mais frequente é a de enunciado para equação química, e não o contrário. Isso pode indicar que a preferência dos professores segue o caminho inverso, ou seja, as conversões de equações para enunciados.

Quando o ensino se orienta para a aprendizagem de um só tipo de registro semiótico e/ou quando não se desenvolvem os processos de conversão de forma a serem compreendidas as transformações entre representações semióticas, podem-se diminuir as possibilidades de transferência da aprendizagem para novas situações nas quais coexistam diferentes formas de representações. (MATURANO; AGUILAR; NUÑEZ GRACIELA, 2009). Assim, recomenda-se que avaliações como os vestibulares sinalizem para a importância do uso de diferentes representações semióticas necessárias a um maior domínio da habilidade de representar e comunicar os fenômenos químicos.

REFERÊNCIAS

BERG, C. A.; SMITH, P. “Assessing Students” abilities to construct and interpret line graphs: disparities between multiple – choice and free – response instruments. **Science Education**, v. 78, n. 6, p. 527-554, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)**. Brasília: MEC/Semtec, 2002a.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática, e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec. 2002b.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. v. 2, Brasília: MEC/SEB, 2006.

CHASSOT. A. **Alfabetização Científica: questões e desafio para a educação**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

DUVAL, R. **Semiosis y pensamiento humano**. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales. Cali, Colombia: Universidad del Valle y Meter Lang S.A. 1999.

DUVAL, R. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão da matemática. In: MACHADO, S. D. A. (Org). **Aprendizagem em matemática**. Registros de representação semiótica. Campinas, SP: Papyrus, p. 11-34, 2003.

GALAGOVSKY, L; ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales, el concepto de modelo didáctico analógico. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 2, p. 231-242, 2001.

GARCIA, J. J. G.; J. J.; PALACIOS, F. J. P. El uso y el volumen de informacion en las representaciones graficas cartesianas presetadas en los libros de texto de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 23, n. 3, p.181-208, 2005.

GARCIA, J. J. G.; PALACIOS, F. J. P. Cómo usan los profesores de Química las representaciones semióticas? **Revista eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 5, n. 2, p.247-259, 2006.

LEMKE, J. L. **Aprender a hablar ciência**. Lenguaje, aprendizaje y valores. Barcelona: Paidós, 1997.

LIMA, L.; PONTES, M. G. O. As dificuldades apresentadas por alunos do 2º ano do ensino médio em relação ao conceito matemático de função. **IX ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática**, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: www.sbem.com.br/files/ix_enem/...de.../RE42964784353R.doc. Acesso em: 14 mai 2009.

MATURANO, C.; AGUILAR, S.; NUÑEZ GRACIELA. Conversion de imagenes al lenguaje escrito. Un desafio para el estudiante de ciencias naturales. **Revista Eureka, Enseñanza**. Divulgacion de las ciencias. v. 6, n.1, p. 63-73, 2009.

MORTIMER, E. F. Sobre chamas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências. In: CHASSOT, A.; OLIVEIRA, J. R. **Ciência, ética e cultura na educação**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1998.

POSTIGO, Y.; POZO, J. I. Cuando una gráfica vale más que 1000 datos: La interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. **Infancia y Aprendizaje**, v. 90, p. 89-110, 2000

POZO, J.I.; GOMEZ CRESPO, M.A. **Aprender y enseñar ciencia**. Madrid : Ediciones Morata S.L., 1998.

ROQUE. N. F.; SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. **Química Nova**, v. 31, n.4, p. 921-923, 2008

ROTH, W.M; BOWEN, G. M. Of cannibals, missionaries, and converts: graphing competencies from grade 89 to professional science inside (classroom) and outside (field/laboratory). **Science, Technology & Human Values**, v. 24, n. 2, p. 179-221, 1999.

SUTTON, C. Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. **Alambique**. n. 12, p. 8-32, 1997.

VIGOTSKY. L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.