

Estudo das representações visuais em questões de química dos exames vestibulares de universidades públicas do Estado de São Paulo

Study of visual representations in matters of chemistry entrance exams for public universities in the State of São Paulo

Jéssica da Silva Gaudêncio

Universidade de São Paulo
jessicagaudencio@usp.br

Guilherme Andrade Marson

Universidade de São Paulo
gamarson@iq.usp.br

Resumo

Este trabalho aborda o uso das representações visuais em questões de química de exames vestibulares de cinco grandes universidades públicas paulistas. Foram analisadas 252 questões quanto à identificação dos tipos de imagens presentes, sua funcionalidade, relação com o texto, os conceitos, as habilidades cognitivas envolvidas, as competências e habilidades apresentadas. A análise das questões indica que as imagens estão fortemente relacionadas com o texto conceitual, mostrando que são úteis e necessárias para o desenvolvimento do raciocínio científico, exigindo a necessidade do conhecimento científico para sua compreensão e conseqüentemente resolução da questão. Um número significativo de questões foi identificado com baixa ordem de habilidade cognitiva nas provas de conhecimentos gerais, tendência que se atenua em relação às questões de segunda fase. Os resultados deste estudo poderão indicar pontos a serem contemplados pelas equipes que preparam os exames, permitindo a mobilização de habilidades cognitivas para além da memorização.

Palavras chave: vestibular, análise de questões, imagem, representações visuais.

Abstract

This paper addresses the use of visual representations in matters of chemistry entrance examinations of five major public universities in São Paulo. We analyzed 252 questions regarding the identification of the types of images present its functionality, relationship to the text, the concepts, the cognitive skills involved, competencies and skills presented. The analysis of the questions indicates that the images are strongly related to the conceptual text, showing that they are useful and necessary for the development of scientific reasoning, requiring the need of scientific knowledge for its understanding and consequently resolve the issue. A significant number of issues were identified with low-order cognitive ability on tests of general knowledge, a trend which is narrowing on the issues of the second phase. The results of this study may indicate the points to be covered by the teams prepare for the examinations, enabling the mobilization of cognitive skills beyond memorization.

Key words: Entrance exam, analysis of issues, image, visual representations.

Introdução

Existe uma concepção de que o vestibular transforma-se amplamente em um instrumento normativo e orientador do sistema educacional. Os adeptos desta concepção ressaltam a grande influência do vestibular sobre o ensino fundamental e médio, e até mesmo no ensino superior (NETTO, 1978). Assim o vestibular assume dois caminhos: se torna responsável pela influência perniciosa que exerce sobre o ensino médio, por fazer o caminho inverso da finalidade formativa, ou se defende dessas críticas ignorando-as (NUNES, 1985).

Diante do exposto acima, percebe-se que esta influência afeta diretamente ao ensino-aprendizagem dos conceitos, refletido sobre as atividades realizadas pelo professor, que acaba por modificar suas aulas a fim de buscar subsídios que fortaleçam o ensino voltado para resoluções de questões de provas vestibulares. Desta maneira, acabamos observando algumas mudanças nos materiais didáticos utilizados pelos professores como, por exemplo, habituarem-se a livros didáticos, apostilas de colégios particulares e exercícios de vestibulares dando-nos a sensação de que o vestibular é quem orienta sobre os conteúdos a serem trabalhados na escola (SILVA, MARUYAMA, OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2010).

O problema em questão, não é o vestibular em si, mas tomá-lo como principal eixo norteador do ensino médio, a tal ponto, que esta etapa fundamental da formação para a vida cidadã subverta-se ao propósito estreito de preparação para um exame. Este risco em que incorrem milhares de instituições de ensino no país vai de encontro à função de educação básica tal qual concebida em documentos como os PCNEM+ (2002): formar um aluno crítico que saiba usar seu conhecimento científico no exercício da cidadania, tornando como base científica o simples “decorar” de fórmulas. Assim, ainda que inapropriadamente, este modelo de exame tenha implicações para a rede de ensino, considera-se pertinente investigá-lo, no presente caso, com especial atenção para as imagens ali presentes. Nas ciências, e em especial na química, as representações são denominadas de níveis representacionais. Segundo JOHNSTONE (1993), a química tem três componentes básicos, sendo estes os três níveis representacionais: o nível macroscópico, referente ao visível (a observação de um objeto), o nível submicroscópico, representado pelas moléculas e átomos, e o nível simbólico, referente aos cálculos matemáticos, equações e estequiometria.

Diversos estudos reportam que, durante o ensino de química, muitos estudantes não conseguem transladar de um nível representacional para outro, trazendo grandes dificuldades de aprendizagem nesta disciplina. Assim almejamos que os alunos compreendam os fenômenos a partir destes três níveis representacionais, mas que para isto ocorra, os professores devem buscar modelos, para facilitar a visualização destes fenômenos químicos (TREAGUST, CHITTLEBOROUGH & MAMIALA, 2003; CHANDRASEGARAN, TREAGUST & MOCERINO, 2009). O conhecimento químico é construído e expresso através de universo simbólico bastante diverso e articulado: fórmulas, diagramas, estruturas geométricas etc. Como nos conta Vergnaud¹ em um artigo publicado em 1982, (*apud* RAUPP, SERRANO e MOREIRA, 2009, p. 68) a questão da representação simbólica é fundamental para o ensino:

¹ Vergnaud, G. (1982). *A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems*. In Carpenter, T., Moser, J. & Romberg, T. (1982). *Addition and subtraction. A cognitive perspective*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum. pp. 39-59.

A representação simbólica não é apenas uma linguagem que permite a conceitualização, a representação simbólica deve representar o problema e deve ajudar os estudantes a resolver problemas que, sem o auxílio dessas representações não seriam capazes de resolver (Vergnaud, 1982).

A representação visual em si não é capaz de atribuir significado aos conceitos, o que em última instância se dá no plano simbólico através de palavras associadas às analogias visuais. Assim, entender o entorno textual de uma imagem e sua articulação com a mesma é fundamental. Nesta concepção, as representações visuais podem ser tratadas como paratexto, isto é, tudo aquilo que rodeia o texto principal e que pode condicionar a leitura ajudando o leitor na construção ou reconstrução do sentido do texto. Este tem uma função específica com o objeto de leitura e pode facilitar o entendimento do leitor com uma espacialidade gráfica definida, podendo ser de vários formatos, como gráficos, letras, tabelas, imagens, etc., fazendo com que perceba a sua funcionalidade e importância. Um exemplo mais comum de paratexto são as ilustrações. A imagem passará a se transformar em uma ilustração, quando entra no texto e “ilumina”, esclarece o real sentido do que se quer entender. Às vezes, a ilustração pode se tornar um adorno, porém existem conceitos que não se consegue uma explicação apenas com palavras (DIAZ e PANDIELLA, 2007).

Dada a influência do vestibular sobre o ensino de Química, acredita-se que seja relevante caracterizar como as representações visuais são empregadas nas questões de Química dos vestibulares de universidades públicas paulistas. Os resultados oriundos deste estudo poderão indicar pontos a serem contemplados pelas equipes que preparam os exames, de modo que as representações visuais possam extrapolar o papel de continentes de informações e permitir a mobilização de habilidades cognitivas para além da interpretação direta e da associação de informações memorizadas. Este movimento, além de repercutir no ensino médio, pode ainda repercutir positivamente no ensino superior, uma vez que as questões usadas como mecanismo de seleção poderiam incluir habilidades mobilizadas na interpretação de representações visuais e no trânsito entre os níveis submicroscópico, macroscópico e simbólico.

Metodologia

Em uma primeira etapa, selecionaram-se as provas dos exames de ingresso das universidades USP, UNESP, UNICAMP, UFSCAR e UNIFESP no período de 2007 a 2011, levando em consideração a primeira fase (conhecimentos gerais) e a segunda fase (conhecimentos específicos). Algumas Universidades como a UNICAMP e a UNIFESP adotaram o ENEM como processo de seleção, no qual também foram analisadas.

Em uma segunda etapa, o estudo incluiu um total de 252 questões de química contendo imagens, dentro de um total de 505 questões de química. Somente as questões com imagens foram analisadas e classificadas por meio de instrumento constituído de diferentes categorias, relacionadas aos seguintes grupos de descritores: tipo de figura (estrutura molecular, gráficos, diagrama, equações etc.); conceitos químicos envolvidos na questão; ordem das habilidades cognitivas solicitadas (ZOLLER, DORI e LUBEZKY, 2002); grandes grupos de habilidades e competências requisitados (PCNEM+, 2002), relação texto e imagem, funcionalidade e presença de etiquetas verbais (PERALES e JIMÉNEZ, 2002). Os dados foram tabulados em planilha eletrônica e analisados segundo a frequência de ocorrências das diferentes categorias.

Resultados e Discussões

A seguir serão mostrados os resultados obtidos pela análise temporal de todos os parâmetros estudados.

Análise das questões com Alta e Baixa Ordem de Habilidade Cognitiva (HOCS e LOCS)

A teoria de alta e baixa ordem de habilidades cognitivas, estudada por ZOLLER & TSAPARLIS (1997) sobre a potencialização de questões, mostra que as altas ordens de habilidades cognitivas (HOCS - Higher Order Cognitive Skills) representam aquelas questões cuja resolução necessita de um raciocínio avaliativo, com tomada de decisões e pensamento crítico. Assim, os HOCS se tornam muito importantes para o ensino, fazendo com que o aluno demonstre um maior desempenho para trabalhar com situações problemáticas, encontrando situações problemas a serem desenvolvidas para melhora da ciência ou até mesmo problemas de vida real. Já a baixa ordem de habilidade cognitiva (LOCS – Lower Order Cognitive Skills), representam as questões nas quais exigem apenas a memorização de fórmulas, teorias e informações, sem a exigência de um raciocínio mais crítico.

Através dos dados mostrados na tabela 1, as análises da evolução temporal das questões com HOCS e LOCS mostraram, de maneira geral, que há predominância de 71% de questões com baixa ordem cognitiva (LOCS) na primeira fase dos exames vestibulares, ou seja, na etapa de conhecimentos gerais. Esta tendência se atenua nas questões de segunda fase (conhecimento específico), ficando com 24%. O fato da maior porcentagem em LOCS na primeira fase pode estar relacionado com o modo de especificação da prova, ou seja, o modo mais simples/geral no qual o conhecimento químico é abordado nas questões de conhecimentos gerais. De modo semelhante ocorre com os HOCS em relação com a segunda fase, de conhecimentos específicos, em que a prova de forma natural exige um conhecimento científico mais aprofundado.

Conhecimentos Gerais (1ª fase)		Conhecimentos Específicos (2ª fase)	
Ordem	Todos os anos (%)	Ordem	Todos os anos (%)
HOCS	29	HOCS	76
LOCS	71	LOCS	24

Tabela 1: Questões com HOCS e LOCS na primeira e segunda fase dos exames vestibulares de todas as universidades

Tipos de Imagens

Foram identificados treze tipos de imagens, como esquemas, fluxogramas, diagramas, esferas, dentre outros. As imagens que mais apareceram nas questões, foram as equações (Figura 1(a)) e os modelos 2D mistos (Figura 2(b)) com 19% e 18% respectivamente na primeira fase (tabela 2).

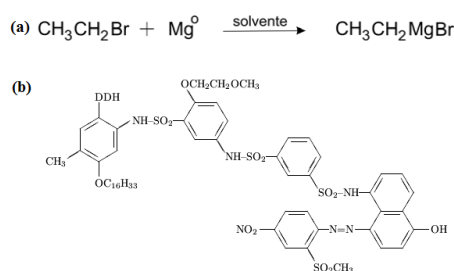


Figura 1: (a) exemplo do tipo de figura “equação”; (b) exemplo do tipo de figura “molécula 2D misto” (uma combinação entre os átomos dos elementos de forma explícita e implícita)

Conhecimentos Gerais (1ª fase)		Conhecimentos Específicos (2ª fase)	
Tipo de figura	Todos os anos (%)	Tipo de figura	Todos os anos (%)
Equações	19	Equações	25
Tabela	18	Tabela	13
Gráficos	17	Gráficos	12

Tabela 2: Tipos de figuras frequentes nas questões da segunda fase dos exames vestibulares de todas as universidades

As equações também foram a maioria das imagens contidas na segunda fase do exame, com 25%, seguido das tabelas com 13% e dos gráficos com 12%.

Relação Texto-imagem

Esta categoria representa o tipo de relação estabelecida entre o texto da questão com a imagem apresentada. A análise desta dupla codificação é feita observando o texto em relação às ilustrações, podendo aparecer isoladas no texto, ter algum tipo de interação, ou estar totalmente relacionadas, ou seja, sendo um auxílio para a interpretação. As categorias estabelecidas são conotativa (quando o texto descreve os conteúdos sem mencionar sua correspondência com os elementos contidos na ilustração), denotativa (o texto estabelece correspondência entre os elementos da ilustração e os conteúdos apresentados), e sinótica (o texto estabelece correspondência entre os elementos da ilustração e os conteúdos representados, tornando a imagem e o texto uma unidade indivisível) (JIMÉNEZ e PERALES, 2002).

Na tabela 3, encontram-se as porcentagens das categorias texto-imagem para as questões das provas de primeira e segunda fase respectivamente. Pode-se observar que em ambas as fases, a categoria de maior frequência é a sinótica (74% na primeira fase e 81% na segunda fase), ou seja, a maior parte das ilustrações encontradas apresenta uma forte relação com o texto da questão, existindo a linguagem combinada entre ambos e estabelecendo uma dupla codificação que deve ser corretamente interpretada no momento da leitura.

Conhecimentos Gerais (1ª fase)		Conhecimentos Específicos (2ª fase)	
Texto-imagem	Todos os anos (%)	Texto-imagem	Todos os anos (%)
Sinótica	74	Sinótica	81
Denotativa	24	Denotativa	18
Conotativa	2	Conotativa	1

Tabela 3: Relação texto-imagem das questões da primeira fase dos exames vestibulares de todas as universidades

Funcionalidade das Ilustrações

A funcionalidade das ilustrações é dividida em três categorias, a operante (no qual a ilustração não aponta nenhum elemento observável, só cabe observá-la), inoperante (contém elementos de representações universais) e sintática (contém elementos que necessitam de conhecimento científico específico) (JIMÉNEZ e PERALES, 2002). Na tabela 4, estão explícitos os resultados para a categoria de funcionalidade das ilustrações contidas nas questões. Percebe-se que nas duas fases dos vestibulares, a categoria sintática foi a de maior quantidade, mostrando que as ilustrações necessitam do conhecimento científico, no caso de química, para poder resolver a questão.

Conhecimentos Gerais (1ª fase)	Conhecimentos Específicos (2ª fase)
--------------------------------	-------------------------------------

Funcionalidade	Todos os anos (%)	Funcionalidade	Todos os anos (%)
Operante	26	Operante	20
Inoperante	2	Inoperante	1
Sintática	72	Sintática	79

Tabela 4: Relação texto-imagem das questões da primeira e segunda fase dos exames vestibulares de todas as universidades

Etiquetas Verbais

Algumas ilustrações apresentam etiquetas verbais, que são textos que acompanham a imagem, que pode ser dividida em três categorias: as normativas (letras e palavras que identificam elementos da ilustração), as relacionais (que são textos que descrevem relações entre os elementos da ilustração), e sem etiquetas (ilustrações que não contém texto) (JIMÉNEZ e PERALES 2002). Através dos resultados encontrados na tabela 5, as etiquetas verbais com quantidade expressiva foram as normativas, mostrando que a maioria das ilustrações contém letras e palavras que ajudam em sua interpretação. Das ilustrações sem etiquetas, foram totalizados 32% na primeira fase e 36% na segunda, e um número pequeno em ambas as fases (5% primeira fase e 3% segunda fase) cujas etiquetas são relacionais.

Conhecimentos Gerais (1ª fase)		Conhecimentos Específicos (2ª fase)	
Etiquetas Verbais	Todos os anos (%)	Etiquetas Verbais	Todos os anos (%)
Normativas	63	Normativas	61
Sem etiquetas	32	Sem etiquetas	36
Relacionais	5	Relacionais	3

Tabela 5: Etiquetas Verbais presente nas questões da primeira e segunda fase dos exames vestibulares de todas as universidades

Conceitos envolvidos

Nesta análise foram totalizados 30 conceitos envolvidos nas questões que continham imagens. Alguns conceitos foram agrupados para maior visualização dos dados. Os conceitos com maior destaque (tabela 6) foram os de orgânica com 25% na primeira fase e 30% na segunda, seguidos de analítica com 19% e 15% na primeira e segunda fase respectivamente, e os conceitos de físico-química com 10% e 14%.

Conhecimentos Gerais (1ª fase)		Conhecimentos Específicos (2ª fase)	
Conceitos	Todos os anos (%)	Conceitos	Todos os anos (%)
Orgânica	25	Orgânica	30
Analítica	19	Analítica	15
Físico-Química	10	Físico-Química	14

Tabela 6: Conceitos envolvidos nas questões contendo imagens na primeira e na segunda fase dos exames vestibulares de todas as universidades

Competências e Habilidades

Como proposto no PCNEM+ (2002), o ensino de Química deve ser preparado contemplando os três domínios: comunicação e interpretação (que envolvem a leitura e interpretação de códigos, nomenclatura e textos científicos da área), investigação e compreensão (o uso de ideias, conceitos, leis, produção e análise crítica de textos e informações) e contextualização

sociocultural (o uso do conhecimento disciplinar relacionado com aspectos políticos, sociais e econômicos, juntamente com o avanço da tecnologia).

Na análise das competências e habilidades exigidas nas questões com base nos temas estruturadores para o conteúdo de química, o resultado mais significativo dentro o grupo de representação e comunicação, 40% (1^o fase, conhecimentos gerais (CG)) e 32% (2^o fase, conhecimentos específicos (ES)) das questões abrangem o uso de símbolos, códigos e nomenclatura (tabela 7), mostrando a importância de o aluno entender e compreender a necessidade da identificação e do uso da linguagem científica para a resolução das questões. Já no grupo de investigação e compreensão da química, apenas 4% (1^a fase (CG)) e 1% (2^a fase (ES)) usam modelos explicativos e representativos, e no grupo de contextualização sociocultural, 16 % (1^a fase (CG)) e 8% (2^a fase (ES)) abordam a ciência e a tecnologia na atualidade.

Representação e Comunicação			Investigação e Compreensão			Contextualização Sociocultural		
Subgrupo	% (CG)	% (ES)	Subgrupo	% (CG)	% (ES)	Subgrupo	% (CG)	% (ES)
Símbolos, Códigos e Nomenclatura	40	32	Modelos explicativos e Representativos	4	1	Ciência e Tecnologia na atualidade	16	8

Tabela 7: Competências e Habilidades: porcentagem dentro dos grupos de Representação e Comunicação, Investigação e Compreensão, e Contextualização Sociocultural, da primeira fase (CG) e segunda fase (ES) dos exames vestibulares de todas as universidades

Considerações Finais

A disciplina de química, assim como as demais áreas científicas, possui um campo teórico muito abstrato. Assim, os estudantes precisam das representações visuais para facilitar a compreensão dos conceitos e conteúdos. Portanto, o uso de imagens em questões de vestibulares é muito importante para ajudar no entendimento do conceito envolvido, mostrando uma série de oportunidades de resoluções e informações, além de desenvolver no aluno a habilidade de transladar entre os níveis representacionais macroscópico, submicroscópico e simbólico.

Utilizando como base a pesquisa de ZOLLER, DORI e LUBEZKY (2002), a presença das questões consideradas com baixa ordem de habilidade cognitiva que ficaram evidenciadas pelo número significativo nas provas de primeira fase, pode ser justificada ao fato destas serem consideradas como provas de conhecimentos gerais, ou seja, com conteúdos menos complexos.

As análises da categorização das imagens contidas nas questões revelam a forte relação entre texto e imagem, mostrando que são úteis e necessárias para o desenvolvimento do raciocínio, e também a necessidade do conhecimento científico para a possibilidade de resolução das questões. Os tipos de figuras mais frequente nas questões foram as equações em ambas as fases, trazendo o conceito de orgânica como o que mais continha imagens.

Em relação à disciplina de Química, os PCNEM+ (2002) recomendam que os estudantes devam desenvolver competências e habilidades como reconhecer e utilizar adequadamente, na forma oral e escrita, símbolos, códigos, nomenclatura da linguagem científica, identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico. Através dos resultados, os exames vestibulares contemplam em grande quantidade algumas competências relacionadas aos PCNEM+, porém outras, como a inserção da modelização em ilustrações nas suas questões foram pequenas. Isto pode demonstrar a falta de conscientização dos exames

vestibulares paulistas com a importância da utilização de modelos científicos no ensino da química, sabendo que esta disciplina necessita da modelização para facilitar o processo de ensino-aprendizagem, faltando questões que exijam dos alunos a elaboração, utilização e reconhecimento de modelos científicos. Outro número significativo apresentado foi a pouca utilização nas questões sobre a Ciência e a Tecnologia na atualidade, em que existe a oportunidade de mostrar as relações da Ciência com o mundo contemporâneo e nos impactos da vida social.

Fazer um estudo sobre as questões de química nas provas de vestibulares pode trazer informações relevantes para professores, alunos e instituições nos três níveis educacionais, mostrando e informando a sociedade escolar, a comunidade e a família, o desempenho e a aprendizagem dos alunos, além de haverem poucos estudos sobre esta temática.

Referências

- CHANDRASEGARAN, A. L.; TREAGUST, D. F.; MOCERINO, M., Emphasizing Multiple Levels of Representation to Enhance Students' Understandings of the Changes Occurring during Chemical Reactions. **Journal of Chemical Education**, 86(12), 1433-1436, 2009.
- DIAZ, L.; PANDIELLA, S. Categorización de las ilustraciones presentes em libros de texto de tecnología. **Enseñanza de las Ciencias** v. 6, n.2, p. 424-441, 2007.
- JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. **Journal of Chemical Education**, v.70, n.9, p. 701-705, 1993.
- NETTO, A. R. O vestibular no sistema educacional brasileiro. *Cadernos de Pesquisa*. n.24, p. 47-52, 1978.
- NUNES, C. Relações do vestibular com o sistema de ensino. **Educação e seleção**. v.1, n.12, p. 73-97, 1985.
- PCNEM+, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- PERALES, F. J. y JIMÉNEZ, J. D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. **Enseñanza de las Ciencias**, 20 (3), 369-386.
- RAUPP, D.; SERRANO, A. MOREIRA, M. A. Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em química. **Experiências em Ensino de Ciências**. v.4, n.1, p.65-78, 2009.
- SILVA, C. S.; MARUYAMA, J. A.; OLIVEIRA, L. A. A. e OLIVEIRA, O. M. M. F. Questões de química no concurso vestibular da Unesp: desempenho dos estudantes e conceitos exigidos nas provas. **Química Nova na Escola**. v. 32, n. 1, p. 14-21, 2010.
- TREAGUST, D.F.; CHITTLEBOROUGH, G; MAMIALA, T.L. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. **International Journal of Science Education**, (2003), 25 (11), 1353-1368.
- ZOLLER, U., DORI, Y. J., & LUBEZKY, A. (2002). Algorithmic, LOCS and HOCS (Chemistry) exam questions: Performance and attitudes of college students. **International Journal of Science Education**, 24, 185-203.
- ZOLLER U. & TSAPARLIS G (1997), Higher and lower-order cognitive skills: the case of chemistry, **Research in Science Education**, 27, 117-130.