

Compreensão da linguagem química simbólica por alunos de ensino médio.

Weliton Pedro Batiston¹ (IC), Camila Fontes Neves da Silva¹ (IC), Neide Maria Michellan Kiouranis¹ (PQ). nmmkiouranis@gmail.com

¹Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo, 5790 – Campus Universitário. CEP: 87020-900. Maringá, Paraná

Palavras-Chave: Simbologia, análise qualitativa.

Resumo: A ênfase dada às representações químicas no processo de ensino e aprendizagem pode levar a associações e memorizações pelos alunos, sem a compreensão do verdadeiro significado que os símbolos apresentam no contexto estudado. Com base nessa problemática realizamos uma pesquisa de cunho qualitativo abordando representações de vários símbolos comumente utilizados no ensino de química. A compreensão de alunos do terceiro ano do ensino médio acerca da linguagem química expressa em algumas simbologias se configurou objeto de estudo. Os resultados evidenciam alguma familiaridade dos alunos com símbolos, fórmulas e outras representações. No entanto, confundem alguns símbolos como: Na^+ , $\text{O}_{2(g)}$, $\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ e não compreendem algumas representações fundamentais para a compreensão da linguagem química, como: concentração, sentido de uma reação química, potencial de oxidação, seta de equilíbrio químico e modelo atômico.

INTRODUÇÃO

Tendo em vista que o conhecimento científico é formado por um conjunto de estudos teóricos e experimentais sobre um dado assunto, o químico estabeleceu um caminho próprio entre as ciências enfrentando dificuldade de interpretação e descrição dos fenômenos de transformação da matéria, o que levou à criação de uma linguagem própria para interpretação e compreensão dos conhecimentos químicos. (Silva, et al., 2008).

Em tempos remotos, a linguagem química já era utilizada pelos alquimistas para comunicarem e expressarem suas descobertas, as quais na maioria das vezes eram resultados de investigações experimentais. Contudo, os antigos pesquisadores das várias partes do mundo possuíam uma linguagem local e compreendida por grupos de estudiosos específicos. Dessa forma, tal linguagem era incompreendida por outros grupos, surgindo, portanto a necessidade de uma unificação da linguagem com intuito de facilitar a comunicação de todos. Segundo Sutton, et. al. (2003), Silva e Roque (2008) a padronização de uma linguagem consistia de grande dificuldade, a exemplo disso, o ácido acético chegou a ter dezenove representações em determinada época e a água podia ser escrita de diferentes formas como: HO, H_2O ou OH.

No decorrer dos anos, com o surgimento de novas descobertas a unificação da linguagem científica para comunicação no meio acadêmico tornou-se uma ferramenta fundamental e essencial para o desenvolvimento da ciência. Muitos cientistas e, dentre estes, os químicos, começaram a elaborar maneiras para estabelecer uma fácil comunicação que descrevesse relatos experimentais, fenômenos naturais, elementos químicas (Galagovsky et. al., 1998).

Em 1865 A. W. Hoffmann apresentou modelos moleculares confeccionados com bolas e madeira, salientando a importância da representação de estruturas microscópicas, entretanto, em duas dimensões, com a descoberta de Pasteur do desvio do plano da luz polarizada provocadas pelos ácidos tartáricos, em conjunto com a ideia de van't Hoff e Le Bell da configuração tetraédrica do átomo de carbono, o modelo atômico passa a ser representado pela terceira dimensão. De modo que essas

representações iniciais auxiliaram na compreensão e na determinação da constituição da molécula, determinação do número de átomo e a conectividades entre eles (Silva e Roque 2008).

Lavoisier propôs a linguagem química de maneira descritiva, ou seja, em uma reação eram escritos os nomes dos reagentes e produtos que iriam participar. Porém foi com o brilhante propósito de Jöns Jacob Berzelius que temos até os dias de hoje a representação dos símbolos dos elementos que estão participando em uma reação química, o que, conseqüentemente facilita a interpretação e a comunicação da linguagem química. (Santos et al., 2005). Para Berzelius, a representação gráfica de cada elemento deveria ser representada pela primeira letra de seu nome em latim, como exemplo: Potássio (Kalium) seria a letra K, para o Fósforo (Phosphorum) a letra P, Hélio (Helium) por He, etc. (Andrade Neto, et al., 2009).

Com a evolução da ciência o homem realizou várias adaptações com a finalidade de criar uma linguagem formada de representações, simbologias, gráficos, figuras, estruturas e equações, com o intuito de comunicar-se de maneira organizada, sucinta e conclusiva (Galagovsky et al., 2002). No entanto, para estudar a ciência química é necessário entender esta linguagem, o que muitas vezes é um trabalho difícil, pois esta tem pouca relação com a linguagem comum. Porém, se compreendida pode facilitar o estudo, uma vez que para ensinar e entender química, não é necessário possuir o modelo concreto e macroscópico em mente, com a simbologia consegue-se imaginar moléculas ou substâncias com base em representações desenhadas. (Hoffmann et. al., 1995)

Portanto, compreender química passa pela compreensão e significação das representações estruturais simbólicas. Nessa perspectiva, ao ensinar química, é fundamental que o professor valorize o contexto, a problematização e a aplicação dos conhecimentos científicos, que envolvem o cotidiano do estudante. Ainda nessa perspectiva, de acordo com Vergnaud (1982), “a representação simbólica não é apenas uma linguagem que permite a conceitualização, ela deve representar o problema e ajudar os estudantes a resolver, onde sem esse auxílio não seriam capazes”. O estudante encontra dificuldade em interpretar, o que muitas vezes leva a associações indevidas, metáforas ingênuas pois não haverá a ressignificação e, conseqüentemente, o aprendizado do aluno. (Ausubel, 1988)

Silva, Eichler e Del Pino (2002, p. 585) ao discutirem a relação entre a formação de conceitos químicos destacam que “as significações dadas às palavras têm um papel fundamental na compreensão que os sujeitos fazem do conhecimento científico”. A linguagem é de fundamental importância na elaboração conceitual e seu papel não é meramente de comunicar as ideias. Não é fácil para alunos de Ensino Médio imaginar abordagens tão microscópicas e tentar associá-las a objetos macroscópicos, onde as representações estruturais simbólicas são apresentadas. Um exemplo dessa dificuldade é a associação que o aluno faz da molécula de benzeno a um hexágono com uma bolinha dentro. Esta e outras situações de ensino torna o estudo da Química propício para memorização de nomes e símbolos.

Com base nessa reflexão, e levando em conta as dificuldades que os alunos de ensino médio têm para compreender a ciência química, buscamos na investigação que realizamos, a compreensão de estudantes do ensino médio de linguagem química representada pela simbologia.

UNIVERSO DA PESQUISA E OPÇÃO METODOLÓGICA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa que teve como objeto de investigação, a compreensão de 81 alunos do terceiro ano do ensino médio, de escola pública, acerca de algumas representações utilizadas no ensino de química. A pesquisa qualitativa, na perspectiva da abordagem utilizada nesta investigação possibilita uma compreensão significativa da problemática em questão.

Conforme Bogdan et. al. (1994), essa abordagem enfatiza a descrição, a indução, a teoria fundamentada e o estudo das percepções pessoais e, pode assumir muitas formas e ser inserida em diversos contextos e, caracteriza-se, principalmente, pelo enfoque interpretativo da pesquisa.

Como um dos instrumentos de coleta de dados desta investigação, utilizamos um questionário estruturado com duas questões semi-abertas, as quais foram divididas em dois grupos para avaliação: o primeiro sobre representações dos desenhos de átomo e orbitais atômicos com duas questões (Figura 1) e o terceiro são dezenove símbolos muito utilizados nas aulas de química (Tabela 1), os quais foram apresentados aos estudantes por meio de uma questão que investiga o significado de cada símbolo.

Para elaboração do questionário, realizamos um estudo exploratório por meio de três livros do ensino médio, dos mais utilizados nas escolas públicas de Maringá. Nesta etapa de preparação do instrumento de coleta de dados foi dada ênfase na observação dos símbolos mais mencionados para o estudo dos conteúdos químicos e, com base nessa seleção, elaboramos o questionário que foi aplicado, analisado e descrito qualitativamente a partir das repostas dos alunos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO UMA LEITURA QUALITATIVA DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS

O primeiro grupo de perguntas refere-se a duas questões sobre o modelo do átomo e orbitais atômicos (Figura 1). Em todos os livros didáticos de ensino médio um dos primeiros conteúdos é sobre os modelos atômicos, visto que o conceito de átomo tem grande importância na explicação química dos fenômenos materiais. A relação dos átomos e orbitais são sempre estudadas por meio de representações simbólicas e imagens para que os alunos possam compreender melhor.

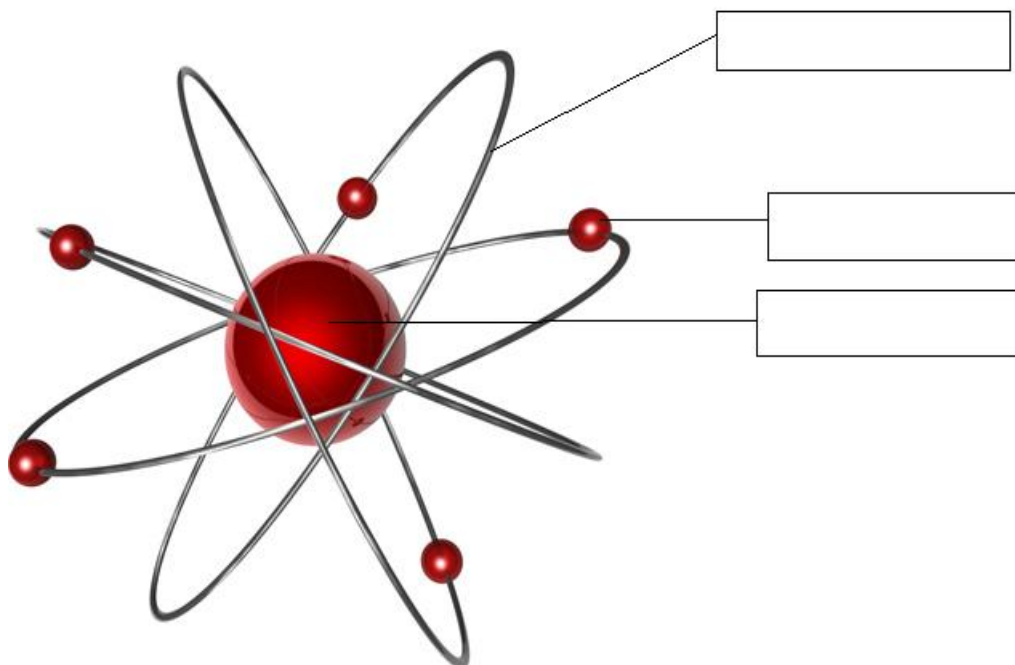
De maneira geral, observamos que a maioria dos entrevistados não consegue identificar as partes de um átomo como: núcleo, elétrons e eletrosfera, assim como o significado dos orbitais atômicos *s* e *p*. Embora a compreensão do modelo atômico quântico necessite do conhecimento de noções fundamentais da teoria quântica, que conduz à discussão do caráter histórico da ciência e, de questões de ordem epistemológica, bem como a busca da articulação entre conhecimentos químicos e físicos, mesmo em nível de ensino médio, é um conteúdo abstrato para o nível cognitivo dos alunos (Rodrigues, 2006).

Na Figura 2, apresentamos o resultado das respostas dos alunos referentes às questões 1 e 2. Na representação do átomo da questão 1 (Figura 1), muitos alunos responderam corretamente acerca do núcleo do átomo, no entanto, não explicam que ao redor deste, encontra-se a eletrosfera com os elétrons, sendo que apresentam muitas concepções alternativas.

Poucos alunos responderam a questão 2. Em algumas respostas indicaram que aos desenhos dos orbitais eram atribuídos a tautomeria e equilíbrio dinâmico. Possivelmente, os alunos confundiram com o conteúdo de química orgânica (tautomeria) ensinado no terceiro ano do ensino médio, uma vez que modelos atômicos

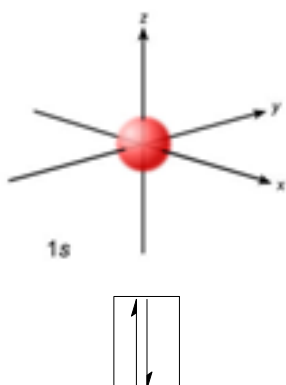
são assuntos abordados no primeiro ano e muitos não se lembram ou não construíram um conhecimento significativo sobre esse assunto.

1) Escreva o que é cada parte da figura.

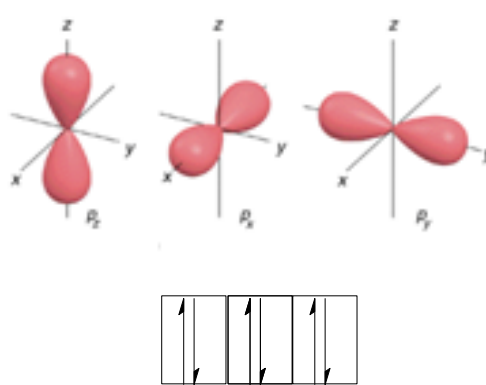


2) As figuras **A** e **B** possuem algum significado com os quadrados abaixo das figuras? Quais?

A



B



Explique: _____

Figura 1: Modelos atômicos e orbitais atômicos referentes às perguntas 1 e 2

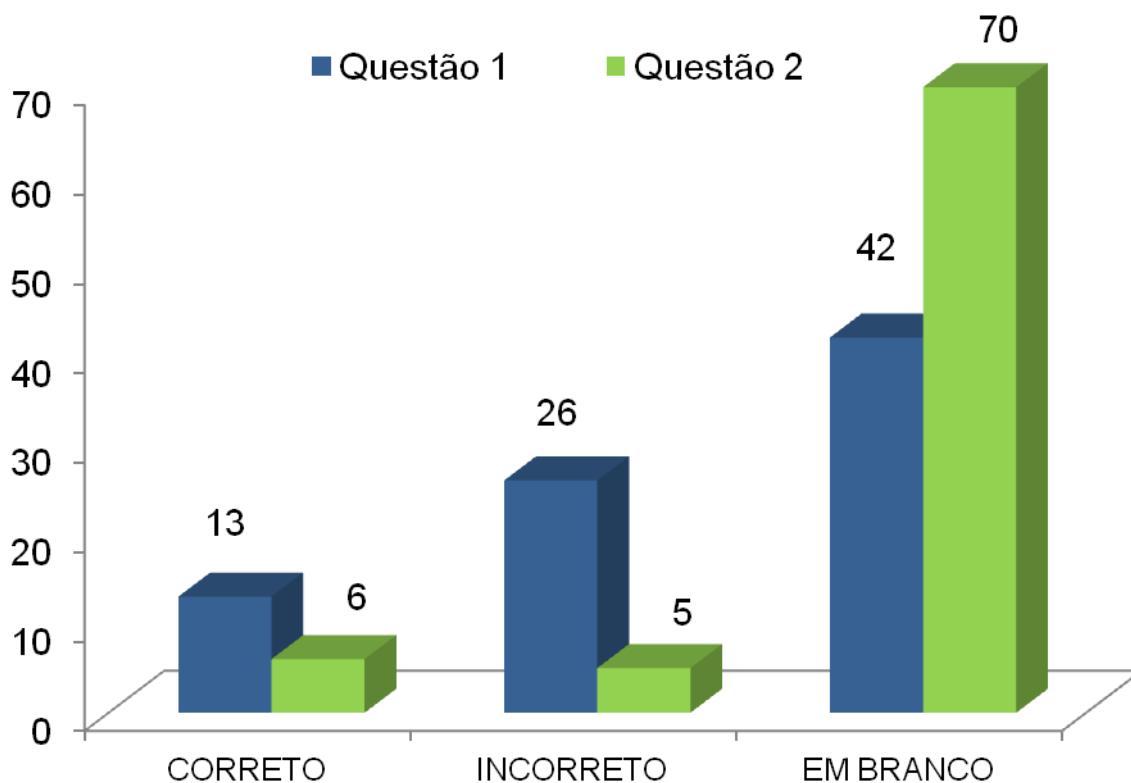


Figura 2: Análise das respostas dos alunos referentes às questões 1 e 2.

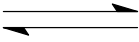
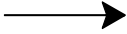





A Tabela 1 apresenta o segundo grupo de questões propostas aos alunos. Este grupo foi organizado com 19 símbolos frequentemente utilizados no ensino de química e os alunos foram instruídos a responderem descritivamente.

Nota-se que os símbolos que os alunos mais erraram foram a respeito da placa de radioatividade, cátion sódio, oxigênio no estado gasoso e a molécula de água no estado sólido. Todos esses símbolos são utilizados nas diferentes séries do ensino médio, na disciplina de química e a análise dos resultados indicou que o aluno não possui conhecimento significativo de tais representações, o que pode trazer implicações para a compreensão e comunicação da linguagem química.

Em relação à placa de radioatividade que foi apresentada propositalmente devido à repercussão das usinas nucleares em Fukushima no Japão, onde os reatores da usina foram danificados devido ao terremoto e, conseqüentemente, a contaminação por radiação no local. Pode-se inferir que 36 alunos não estabeleceram relação com significado químico veiculado pela notícia ou não estão familiarizados com esse tipo de comunicação ou ainda, o saber escolar, o saber científico e o cotidiano, se apresentam em contextos distintos.

Dentre os símbolos que os alunos demonstraram maior compreensão, estão os relacionados com placas de avisos de reciclagem e tóxico. Como estes símbolos são encontrados com frequência no cotidiano do aluno como a placa de reciclagem ou em reagentes perigosos e até mesmo em desenhos animados que são muito difundidos pela mídia, a busca do significado pelo aluno é facilitada, pois se torna necessário para a compreensão dos significados do ambiente em que ele vive por meio das inter-relações sociais.

Tabela 1: Respostas dos 81 alunos entrevistados referentes aos símbolos utilizados no ensino de química.

| | Respostas corretas | Respostas incorretas | Respostas em branco |
|---|--------------------|----------------------|---------------------|
|  | 10 | 17 | 54 |
|  | 6 | 17 | 58 |
| [] | 8 | 14 | 59 |
| Δ | 35 | 14 | 32 |
| ΔT | 37 | 24 | 20 |
| ΔH | 17 | 13 | 51 |
|  | 6 | 9 | 66 |
|  | 7 | 12 | 62 |
| H ₂ O (l) | 39 | 20 | 22 |
| H ₂ O (s) | 28 | 28 | 25 |
| O ₂ (g) | 17 | 33 | 31 |
| HCl (aq) | 28 | 12 | 41 |
| E _{oxidação} | 3 | 24 | 54 |
| 170°C | 32 | 13 | 36 |
| 170 K | 33 | 17 | 31 |
|  | 44 | 12 | 25 |
|  | 45 | 21 | 15 |
|  | 13 | 43 | 25 |
| Na ⁺ | 5 | 37 | 39 |

Observa-se também que grande quantidade dos alunos entrevistados não respondeu acerca de alguns símbolos. Dentre os símbolos com maior número de

respostas em branco, estão os que envolvem a quantidade de elétrons nos orbitais (Exclusão de Pauli e regra de Hund), seguido pelo símbolo de concentração, sentido de uma reação química, potencial de oxidação e a seta de equilíbrio. Duval (2003), apud Núñez; Ramalho; Pereira (2012, p. 8) “afirma que as dificuldades encontradas pelos estudantes podem ser descritas e explicadas como uma falta de coordenação de registros de representações”.

Em relação à representação dos orbitais houve um índice significativo de equívocos dos estudantes ao tentarem relacionar os significados do orbital do átomo com a representação do quadrado, assim como a representação do elétron indicado como meia seta.

Cabe destacar que o símbolo concentração, muito utilizado em todo o ensino de química não é de domínio de boa parcela dos estudantes. Trata-se de uma simbologia fundamental na simplificação de reações, equações, textos, dentre outros, pois se tratando de uma linguagem, é necessário que o aluno desenvolva esse emaranhado de códigos durante o seu curso de química, ou seja, a linguagem é de fundamental importância na elaboração conceitual e, seu papel não é meramente o de comunicar ideia (Machado et al., 1995).

As setas utilizadas nas reações químicas, (setas do sentido e equilíbrio da reação), para simplificar o sentido de uma reação, também se mostraram pouco compreendida pelos alunos. Nota-se que muitos alunos não compreendem tal simbologia, o que nos leva a inferir que a representação de uma reação química pode ser algo mecânico.

Já o resultado sobre o símbolo utilizado na representação de potencial de oxidação, conteúdo do terceiro ano, trabalhado no período da entrevista desta pesquisa, indicou que a maioria dos alunos não sabia o seu significado. Esse resultado denota que o aluno pode resolver exercícios, a respeito de reações redox sem, contudo, compreender o significado do potencial.

Na perspectiva dos PCN+ (Brasil, 2002b), as habilidades e competências associadas ao componente curricular Química, dentre outras, são as seguintes: [...] ler e interpretar informações de dados com diferentes linguagens ou formas de representação, como símbolos, fórmulas e equações químicas [...] selecionar e fazer uso apropriado de diferentes linguagens e formas de representação (Brasil, 2002b, p.89).

Berg e 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 na escola.

A fórmula química usada na questão é do tipo estrutural, na qual se mostram as diferentes ligações entre os átomos e suas disposições espaciais, contrariamente a fórmulas condensadas ou globais, as quais representam um nível de abstração maior e conseqüentemente impõem maiores exigências cognitivas para operar com elas. É bom destacar que cada tipo de representação para as fórmulas químicas tem sua vantagem particular, em função do que se deseja representar e do grau de abstração delas.

Em relação às questões envolvendo modelos atômicos, os alunos demonstraram maior dificuldade para explicar a constituição do átomo e um impasse importante em relacionar orbitais atômicos com a representação do quadrado e as meias setas com os elétrons.

Diante destes resultados, é possível afirmar que os alunos possuem dificuldades importantes acerca do significado de símbolos e representações básicas da linguagem

química. Cabe ressaltar que, de acordo com Silva, Eichler e Del Pino (2002, p. 585), no âmbito da educação básica, “os termos científicos têm seu conteúdo semântico ou sua estrutura sintática modificada (por supressão, generalização ou reconstrução), podendo, inclusive ser esvaziados; e tais modificações podem provocar confusões conceptuais ou problemas de aprendizagem”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nota-se que muitos símbolos frequentemente utilizados pelos alunos como placa de radioatividade, cátions, estado de um composto, exclusão de Pauli e regra de Hund, concentração, setas de equilíbrio ou sentido da reação e potencial de oxidação não são, na essência, entendidos pelos alunos.

Espera-se que essa pesquisa possa contribuir para a reflexão dos professores de química na análise de sua prática docente no que diz respeito ao uso dos símbolos e representações, bem como acerca das dificuldades que os estudantes têm na comunicação da linguagem química.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE NETO, A. S. de.; RAUPP, D.; MOREIRA, A. M. A evolução histórica da linguagem representacional química: Uma interpretação baseada na teoria dos campos conceituais. **VII ENPEC**, Florianópolis, 2009.

AUSUBEL, D. P. N. J. D. & H. H. **Psicologia Educativa**: Um ponto de vista cognoscitivo. Trillas: [s.n.], 1978.

BOGDAN, R. C.; BILEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. [S.l.]: Porto, 1994.

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

DUVAL, Raymond (2003). **Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão da matemática**. In: MACHADO, Sílvia Dias Alcântara A. (Org.). Aprendizagem em matemática. Registros de representação semiótica. Campinas, SP: Papirus, pp. 11-34.

ERICKSON, F. **Métodos qualitativos de investigación. La investigación de la enseñanza**. Buenos Aires: Paidós, 1989.

FRANCO, M. A. S. Pedagogia da Pesquisa-Ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483-502, 2005.

GALAGOVSKY, L. R.; BONÁN, L.; ADÚRIZ, A. B. Problemas con el lenguaje científico em la escuela. Uma análise desde la observación de classes de ciencias naturales. **Enseñanza de las ciencias**, v. 16, n. 2, p. 315-321, 1998.

GALAGOVSKY, L. R.; MUÑOZ, J. C. La distancia entre aprender palabras y aprehender conceptos. El entramado de palabras-concepto como um nuevo instrumento para la investigación. **Enseñanza de las ciencias**, v. 20, n. 1, p. 29-45, 2002.

HOFFMANN, R.; LASZLO, P. A. **A palavra das coisas ou a linguagem da química**. Lisboa: Grávida, 1995.

NETO, A. S. A.; RAUPP, D.; MOREIRA, A. M. A evolução histórica da linguagem representacional química: Uma interpretação baseada na teoria dos campos conceituais. **VII ENPEC**, Florianópolis, 2009.

NÚÑEZ, I. B. ; RAMALHO, B. L. ; PEREIRA, J. E. As representações semióticas nas provas de química no vestibular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Brasil): uma aproximação à linguagem científica no ensino das ciências naturais. **Revista Ibero-americana de Educación/Revista Ibero-americana de Educação**, n. 55, v. 1. 2012.

MACHADO, A. H.; MOURA, A. L. A. Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em química. **Química Nova na Escola**, v. 1, n. 2, p. 27-30, 1995.

RODRIGUES, E. História da educação e ensino de história: desdobramento de um campo disciplinar (1990-2003). **Congresso Brasileiro de História da Educação: A Educação e seus sujeitos na história**, Goiânia, 2006.

SANTOS, W. L. P.; MOL, G. S. **Química e Sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005.

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

SILVA, S. M.; EICHLER, M. L. DEL PINO, J. C. As Percepções dos Professores de Química Geral sobre a Seleção e a Organização conceitual em sua Disciplina. **Química Nova**, v. 26, n. 4, 585-594, 2003.

SUTTON, C. Los profesores de ciencia como profesores de lenguaje. **Enseñanza de las ciencia**, v. 21, n. 1, p. 21-25, 2003.

VERGNAUD, G. A. A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems. **Addition and subtraction. A cognitive perspective**, p. 35-59, 1982.