ISSN: 2358-8829

REPRESENTAR NÃO É EXPLICAR: A CONFUSÃO CONCEITUAL EM TORNO DA REGRA DA MÁXIMA MULTIPLICIDADE DE HUND NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA

Expedito Cassio Roque de Oliveira[1]
Expedito Caio Roque de Oliveira [2]
Carlos Antonio Barros e Silva Junior [3]
Jonatas Gadiel Soares Varela [4]

INTRODUÇÃO

A estrutura eletrônica constitui um dos fundamentos centrais da formação em Química, incluindo a Licenciatura, nos quais a compreensão da organização dos elétrons nos átomos subsidia explicações posteriores acerca de propriedades periódicas, ligações químicas e comportamento da matéria. No ensino superior, essa organização é tradicionalmente sistematizada por meio de princípios como o Aufbau, o princípio de exclusão de Pauli e a Regra da Máxima Multiplicidade de Hund, frequentemente apresentados de forma sequencial e articulados à resolução de exercícios envolvendo representações gráficas.

Entre essas formulações, a Regra da Máxima Multiplicidade de Hund ocupa papel específico ao estabelecer critérios para a ocupação de orbitais degenerados, isto é, orbitais de mesma energia dentro de um mesmo subnível (Hund, 1927). Sua função não se limita a um procedimento gráfico, mas envolve um princípio explicativo relacionado à organização eletrônica em níveis energéticos equivalentes (Oliveira; Subramanian, 2005). No entanto, no contexto da formação em Química, observa-se que sua

[1] Graduando do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Norte – IFRN, expeditocassioroquedeoliveira@gmail.com;
[2] Graduando do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Norte – IFRN, expeditocaioroquedeoliveira@gmail.com;
[3] Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UFRN, carlos.junior@ifrn.edu.br;
[4] Especialista em Ensino de Física e Química pela Faculdade Venda Nova do Imigrante – FAVENI, gadiel_soares@hotmail.com;

abordagem tende a enfatizar a aplicação do diagrama de caixas, podendo reduzir a regra a um procedimento técnico desvinculado de sua dimensão conceitual.

Essa possível dissociação entre aplicação e compreensão suscita questionamentos acerca de como o conteúdo é apropriado pelos licenciandos. Em que medida a Regra da Máxima Multiplicidade de Hund é compreendida como um critério explicativo da ocupação de orbitais degenerados, e não apenas como uma etapa operacional na resolução de exercícios? Considerando que esses estudantes atuarão como futuros mediadores do conhecimento químico na educação básica, investigar essa questão torna-se relevante para refletir sobre a consistência conceitual mobilizada na formação docente.

Assim, o presente estudo tem como objetivo analisar o conhecimento conceitual de licenciandos em Química acerca da Regra da Máxima Multiplicidade de Hund, com foco na articulação entre representação e explicação no âmbito da estrutura eletrônica.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória, uma vez que busca compreender como licenciandos em Química mobilizam conceitualmente a Regra da Máxima Multiplicidade de Hund, privilegiando a análise de significados, interpretações e articulações conceituais em detrimento de mensurações estatísticas. Trata-se de um estudo de caso, de caráter descritivo-analítico, centrado na investigação da relação entre representação gráfica e explicação conceitual no âmbito da ocupação de orbitais degenerados.

O campo de pesquisa situa-se no contexto da formação de professores de Química, envolvendo uma turma composta por 12 licenciandos regularmente matriculados no curso de Licenciatura em Química de uma instituição pública de ensino superior. Todos os participantes já haviam tido contato prévio com conteúdos relacionados à estrutura eletrônica ao longo de sua formação acadêmica. Para garantir o anonimato, os estudantes foram identificados por códigos alfanuméricos, utilizando-se a designação “Licenciado” seguida de numeração sequencial (L1, L2, L3… L12), preservando sua identidade ao longo da análise e da apresentação dos dados.

A produção dos dados ocorreu por meio da aplicação de um atividade investigativa composto por duas questões articuladas, respondidas individualmente

pelos participantes. A primeira solicitou a representação da ocupação dos elétrons nos orbitais 2p do átomo de nitrogênio (Z = 7), em seu estado fundamental, por meio de diagrama de caixas, considerando a Regra da Máxima Multiplicidade de Hund. A segunda requereu que o participante explicasse oralmente o critério que fundamenta a organização por ele representada, fazendo referência direta à sua própria produção gráfica.

Os dados produzidos consistem em registros gráficos elaborados pelos participantes e em registros orais correspondentes às explicações apresentadas. O procedimento de análise adotado foi de natureza qualitativa, orientado pela identificação de padrões de articulação entre representação e explicação, bem como pela observação das justificativas mobilizadas pelos estudantes ao explicitar o critério de ocupação dos orbitais. A análise concentrou-se na relação entre o que foi representado e o que foi verbalmente justificado, buscando descrever as formas pelas quais os licenciandos expressam sua compreensão acerca da Regra da Máxima Multiplicidade de Hund.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Regra de Hund tem sua origem nos estudos de Friedrich Hund sobre a interpretação dos espectros moleculares, publicados em 1927. Sua formulação estabelece que, em um conjunto de orbitais degenerados, os elétrons ocupam inicialmente orbitais distintos, com spins paralelos, antes de ocorrer o emparelhamento (Hund, 1927). Esse comportamento está relacionado à configuração de menor energia do átomo em seu estado fundamental e à maximização da multiplicidade de spin, expressa pela relação (2S+1).

Embora a Regra de Hund estabeleça critérios fundamentais para a distribuição dos elétrons, sua abordagem pode restringir-se à aplicação de diagramas de orbitais, enfatizando o preenchimento das representações em detrimento da compreensão dos fundamentos conceituais envolvidos (Oliveira; Subramanian, 2005).

No caso do nitrogênio (Z = 7), cuja configuração eletrônica é ($1s^2$,$2s^2$,$2p^3$), os três elétrons do subnível 2p ocupam individualmente os três orbitais disponíveis, apresentando spins paralelos. Esse exemplo permite visualizar a aplicação da regra e compreender os critérios envolvidos na distribuição eletrônica.

Os diagramas de caixas são recursos utilizados no ensino de Química para representar a ocupação dos orbitais e a orientação dos spins eletrônicos. Barradas-Solas e Sánchez Gómez (2014) discutem a importância das representações gráficas dos orbitais no ensino de Química, destacando seu papel na construção e interpretação dos modelos atômicos. Entretanto, a execução correta dessas representações não significa, necessariamente, que o estudante compreenda os princípios que fundamentam a distribuição eletrônica. Segundo Johnstone (1991), o conhecimento químico articula os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico. Assim, o diagrama de caixas representa simbolicamente a organização dos elétrons, mas sua correta execução não garante a compreensão dos fundamentos conceituais da Regra de Hund.

Dorris (2022), ao investigar dificuldades conceituais de estudantes universitários na interpretação de diagramas de energia de orbitais, identificou problemas relacionados à compreensão das representações dos elétrons, dos estados de spin e das interações entre eles. Esses aspectos evidenciam a importância de ultrapassar a simples reprodução de diagramas, favorecendo a compreensão dos conceitos científicos envolvidos.

Na formação inicial de professores de Química, essa discussão torna-se especialmente relevante, uma vez que o domínio dos conteúdos exige não apenas a capacidade de representar graficamente os fenômenos, mas também de explicá-los conceitualmente. Assim, a articulação entre representação e explicação constitui um aspecto importante para analisar como os licenciandos compreendem a Regra da Máxima Multiplicidade de Hund.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados evidenciou que a maioria dos licenciandos representou corretamente a distribuição eletrônica do subnível $2p^3$ do nitrogênio, colocando um elétron em cada um dos três orbitais degenerados, com spins paralelos. Esse resultado demonstra o domínio do procedimento gráfico associado à Regra da Máxima Multiplicidade de Hund. Entretanto, as explicações orais revelaram diferenças na compreensão dos fundamentos conceituais da regra.

Os participantes L2, L4 e L7 reconheceram que os elétrons ocupam inicialmente orbitais diferentes antes de se emparelhar. Contudo, suas explicações permaneceram predominantemente descritivas, sem aprofundar os aspectos energéticos relacionados à

organização eletrônica. Assim, embora demonstrassem compreender o critério básico de ocupação, não explicitaram de maneira aprofundada os fundamentos da regra.

Por outro lado, L3 e L5 apresentaram justificativas centradas na sequência de preenchimento das caixas, destacando a ocupação dos orbitais vazios antes do emparelhamento. Essas respostas indicam uma compreensão mais voltada à execução do procedimento gráfico do que à explicação conceitual. Já L1 e L6 apresentaram dificuldades mais evidentes: o primeiro associou a orientação das setas à carga negativa dos elétrons, enquanto o segundo direcionou sua explicação para a organização das camadas eletrônicas, sem abordar diretamente o critério de ocupação dos orbitais degenerados.

Também foram identificadas dificuldades relacionadas à identificação e à denominação da Regra de Hund, observadas nas falas de L1, L3 e L7. Esses participantes demonstraram incertezas quanto ao nome da regra ou do cientista associado a ela, indicando que o domínio do procedimento não estava necessariamente acompanhado do reconhecimento preciso de sua formulação.

Em conjunto, os resultados evidenciam uma diferença entre a capacidade de representar graficamente a distribuição eletrônica e a de explicar conceitualmente os critérios que orientam a ocupação dos orbitais. Embora os licenciandos demonstrem domínio do procedimento gráfico, suas justificativas revelam limitações na compreensão dos fundamentos da Regra da Máxima Multiplicidade de Hund, sugerindo que, para parte dos participantes, o conhecimento permanece associado principalmente à reprodução de procedimentos, em vez de constituir uma compreensão conceitual mais aprofundada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram que os licenciandos em Química apresentam domínio da representação gráfica associada à Regra da Máxima Multiplicidade de Hund, mas revelam diferentes níveis de compreensão conceitual. Enquanto alguns reconhecem o critério de ocupação individual dos orbitais degenerados antes do emparelhamento dos elétrons, outros se limitam à reprodução de procedimentos ou apresentam justificativas imprecisas, evidenciando dificuldades em explicar os fundamentos da regra.

Esses resultados indicam uma possível dissociação entre a representação gráfica e a compreensão conceitual, reforçando a importância de estratégias didáticas que articulem a distribuição eletrônica, a explicação dos critérios de ocupação dos orbitais e os aspectos energéticos envolvidos. Na formação inicial de professores de Química, essa articulação é fundamental para superar uma aprendizagem baseada apenas na resolução de exercícios e favorecer a construção de conhecimentos mais consistentes.

Por fim, conclui-se que, embora os licenciandos demonstrem domínio da representação gráfica, persistem dificuldades na explicação dos fundamentos conceituais da Regra da Máxima Multiplicidade de Hund. Assim, os resultados evidenciam que saber representar a distribuição eletrônica não significa, necessariamente, compreender os princípios que a fundamentam, destacando a diferença entre a execução de procedimentos e a compreensão conceitual desse conteúdo.

Palavras-chave: Regra de Hund; Estrutura eletrônica; Formação de professores; Ensino de Química; Compreensão conceitual.

REFERÊNCIAS

BARRADAS-SOLAS, F.; SÁNCHEZ G. P. J. Orbitals in chemical education: an analysis through their graphical representations. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 15, p. 311-319, 2014.

DORRIS, Matthew R. Conceptual challenges exhibited by naïve undergraduate students in the context of atomic orbital energy diagrams. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 8, p. 2777-2786, 2022.

HUND, F. Zur Deutung der Molekelspektren I. **Zeitschrift für Physik**, v. 40, p. 742-764, 1927.

JOHNSTONE, A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 7, n. 2, p. 75–83, 1991.

OLIVEIRA, S. F. de; SUBRAMANIAN, N. Algumas considerações sobre a regra de Hund e a estrutura eletrônica de átomos no ensino de Química. **Química Nova**, v. 20, n. 3, p. 313–318, 1997.