

DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UM OBJETO DE APRENDIZAGEM INTERATIVO PARA O ESTUDO DE GEOMETRIA MOLECULAR

Joacy B. Lima¹; Cicero W. B. Bezerra¹

¹*Departamento de Química, Universidade Federal do Maranhão, São Luís - Maranhão, Brasil*

Palavras-Chave: Ensino de química, tecnologia educacional, aprendizagem ativa.

Introdução

Os Objetos de Aprendizagem (OA) são quaisquer recursos educacionais, simples ou complexos, em diversos formatos e linguagens, digitais ou não digitais e sem limite de tamanho, que possam auxiliar no processo de ensino-aprendizagem em diferentes contextos da aprendizagem (Linux Educacional; Prata e Nascimento, 2007). São, deste modo, de muita importância na área da educação já que se tratam de ferramentas mediadoras, motivadoras e reutilizáveis que dão suporte ao ensino e que permitem ao aluno produzir conhecimento de forma interativa, mais atrativa e significativa (Brasil; 2007; Giordan, M.; 2008).

De acordo com Lima et al (2016), a utilização de computadores e, em particular o uso de Objetos de Aprendizagem (OA) na forma de softwares ou aplicativos, se mostra altamente adequadas como ferramentas mediadoras no processo de ensino-aprendizagem. Isso é viabilizado por meio de uma interface interativa entre o aluno e a máquina, que é orientada pelo professor para explorar de maneira eficaz as diversas possibilidades de aprendizado.

Segundo Prensky (2012), os jovens não apresentam grandes dificuldades para aceitação e adaptação dos avanços tecnológicos da era digital, pois, já nasceram imersos nessa tecnologia e são classificados como nativos digitais. Assim, os Objetos de Aprendizagem utilizando esses recursos tecnológicos como ferramentas mediadoras no processo de ensino e aprendizagem tornam-se excelentes no ensino de Química, pois, muitas vezes é visto pelos alunos como complexo, abstrato e de difícil compreensão.

A Geometria molecular se refere à organização tridimensional dos átomos de uma molécula, otimizando a mínima repulsão eletrostática entre os pares de elétrons ligantes e não ligantes da camada de valência do átomo central. A camada de valência é a camada mais externa de um átomo, em que os elétrons presentes participam, geralmente, na formação de ligações químicas (Chang R; Goldsby K. A.; 2013).

A teoria da repulsão dos pares de elétrons da camada de valência (RPECV) amplia a teoria da ligação química de Lewis incluindo regras para explicar as formas das moléculas e os ângulos de ligação (Atkins, P.; Jones, L; Laverman L.; 2018) e baseia-se na ideia de que as nuvens eletrônicas são carregadas negativamente e, portanto, se repelem mutuamente (Brown, T. L. et al; 2017). Assim, a RPECV resulta na melhor distribuição espacial dos átomos em uma molécula envolvendo a menor repulsão eletrostática entre os pares de elétrons ligantes e não ligantes em torno do átomo central tornando-se útil para prever a geometria de uma molécula (Chang R; Goldsby K. A.; 2013).

Para prever a geometria de uma molécula, deve-se inicialmente desenhar a estrutura de Lewis e identificar o arranjo de elétrons em torno do átomo central. Em seguida, identificar o número de pares de elétrons ligantes e não ligantes. Algumas regras, a seguir, são utilizadas na previsão da geometria molecular através da RPECV.

Regra 1 - As regiões de altas concentrações de elétrons (pares de elétrons ligantes e não ligantes do átomo central) se repelem e tendem a se afastar o máximo possível mantendo a mesma distância do átomo central.

Regra 2 - Uma ligação múltipla é tratada como uma única região de alta concentração de elétrons, ou seja, dois ou três pares de elétrons de uma ligação permanecem juntos e repelem outras ligações ou pares isolados como se fossem uma única unidade.

Regra 3 - Um elétron desemparelhado no átomo central é tratado como uma região de alta concentração de elétrons e atua como um par isolado na determinação da geometria molecular.

Regra 4 - Ligações múltiplas repelem pares de elétrons ligantes semelhantes aos pares de elétrons isolados.

Regra 5 - Os pares de elétrons isolados (pares não ligantes) ocupam um volume maior do que os pares de elétrons na ligação (pares ligantes).

Regra 6 - As forças relativas das repulsões dos pares de elétrons estão na ordem:

par isolado – par isolado > par isolado – par ligado > par ligado – par ligado

Assim, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um Objeto de Aprendizagem (OA) na forma de uma planilha eletrônica da Microsoft Excel permitindo identificar o arranjo molecular, a geometria molecular, a estrutura molecular em 3D e um exemplo associado a esta molécula, através da quantidade de pares de elétrons ligantes e não ligantes em torno do átomo central de uma molécula, bem como, a sua aplicação em sala de aula com alunos do ensino superior e médio envolvendo parcerias entre a universidade e escolas como já ocorre no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e residência pedagógica (Lima, J. B. et al, 2016).

Material e Métodos

O Objeto de Aprendizagem (OA) “Geometria molecular” foi desenvolvido em uma planilha da Microsoft Excel 365 utilizando recursos da função “PROCX” a qual procura os dados solicitados disponíveis em uma tabela e retornam o resultado da busca como texto e como imagem através da função “IMAGEM”. Também foram usadas as funções lógicas “E”, “OU”, “SE”, “SEERRO” para as mensagens de avisos e erros na entrada de dados.

Utilizou-se também a validação de dados na forma de uma lista suspensa contendo apenas os valores possíveis do número de ligantes em torno do elemento central para evitar erros na digitação, permitindo e facilitando o seu uso em *smartphones*.

A planilha principal do Objeto de Aprendizagem contém apenas duas entradas de dados relacionadas ao número de ligantes em torno do elemento central e o número de pares de elétrons não ligantes do elemento central. Após a digitação desses dados aparece um texto informando o arranjo espacial, a geometria molecular e um exemplo associado aos dados, bem como, uma imagem em 3D representando a molécula, figura 1.

O Objeto de Aprendizagem também disponibiliza um texto com uma fundamentação teórica relacionado ao tema para auxiliar na aprendizagem através de um botão de ajuda, “*help*”, que quando pressionado direciona a uma nova planilha contendo as regras necessárias para se determinar a geometria de uma molécula, figura 2 e tabela 1.

O Objeto de Aprendizagem desenvolvido envolve as áreas de informática na educação e química, precisamente no tema ligações químicas e foi aplicado na disciplina de química geral II - 2023.1 da Universidade Federal do Maranhão - UFMA como ferramenta auxiliar e mediadora da aprendizagem relacionado ao tema teoria da repulsão dos pares de elétrons da camada de valência, RPECV, para prever o arranjo espacial e a geometria molecular. Esse objeto de aprendizagem poderá servir de apoio às aulas de química geral e inorgânica no ensino superior bem como no ensino médio aplicado por professores das escolas ou bolsistas universitários através do programa PIBID e residência pedagógica.

Após a exposição didática do tópico “Geometria Molecular” em ambiente de sala de aula, procedeu-se à disponibilização da planilha eletrônica aos vinte e dois alunos participantes. Esta iniciativa teve por objetivo fomentar a interação com o objeto de aprendizagem e proporcionar uma oportunidade para que os discentes se engajassem na consolidação dos seus conhecimentos.

No encontro subsequente, também em ambiente de sala de aula, instados a aplicar os conceitos de geometria molecular, os alunos foram apresentados a uma lista contendo as fórmulas moleculares de vários compostos. O uso da planilha foi facultado para que se evidenciassem a utilidade e eficácia da mesma no aprimoramento da compreensão do tema em um contexto prático e aplicado.

Resultados e Discussão

O Objeto de Aprendizagem “Geometria molecular” foi desenvolvido com o propósito de explorar dinamicamente os conceitos básicos relacionados ao tema ligações químicas especificamente teoria da ligação de valência devido alguns alunos possuírem dificuldades em fazer a distribuição eletrônica, bem como, o arranjo espacial dos elétrons da camada de valência de um átomo.

O objeto de aprendizagem em pauta não só informa o arranjo e a geometria da molécula como também um exemplo associado a essa molécula e uma imagem em 3D para facilitar a visualização da distribuição de elétrons em torno do átomo central, figura 1.

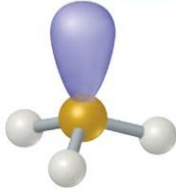
	A	B	C	D	E	F
1	GEOMETRIA MOLECULAR					
2	Número de ligantes em torno do elemento central				3	[2, 3, 4, 5, 6]
3	Número de pares de elétrons não ligantes do elemento central				1	[0, 1, 2]
4					Arranjo espacial = tetraedro	
5					Geometria molecular = pirâmide trigonal	
6					Exemplo = NH3	
7					Ajuda	
8						
9						
10						
11						

Figura 1 – Planilha principal do aplicativo Geometria molecular

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	TEORIA DA REPULSÃO DOS PARES DE ELÉTRONS DA CAMADA DE VALÊNCIA - RPECV						Retornar	
2	GEOMETRIA MOLECULAR							
3	<p>A Geometria molecular é o arranjo tridimensional dos átomos em uma molécula envolvendo a menor repulsão eletrostática entre os pares de elétrons ligantes e não ligantes da camada de valência em torno do átomo central. A camada de valência é a camada mais externa de um átomo que se encontra ocupada por elétrons, os quais estão normalmente envolvidos na formação de ligações químicas (CHANG R; GOLDSBY K. A.; 2013).</p>							
4	<p>A teoria da repulsão dos pares de elétrons da camada de valência (RPECV) amplia a teoria da ligação química de Lewis incluindo regras para explicar as formas das moléculas e os ângulos de ligação (ATKINS, P.; JONES, L; LAVERMAN L.; 2018) e baseia-se na ideia de que as nuvens eletrônicas são carregadas negativamente e, portanto, se repelem mutuamente (BROWN, T. L. et al; 2017). Assim, a RPECV resulta na melhor distribuição espacial dos átomos em uma molécula envolvendo a menor repulsão eletrostática entre os pares de elétrons ligantes e não ligantes em torno do átomo central tornando-se útil para prever a geometria de uma molécula (CHANG R; GOLDSBY K. A.; 2013).</p>							
5	<p>Para prever a geometria de uma molécula, deve-se inicialmente desenhar a estrutura de Lewis e identificar o arranjo de elétrons em torno do átomo central, em seguida, contar o número de pares de elétrons ligantes e não ligantes. Algumas regras, a seguir, são utilizadas na previsão da geometria molecular através da RPECV.</p>							
6	<p>Regra 1 - As regiões de altas concentrações de elétrons (pares de elétrons ligantes e não ligantes do átomo central) se repelem e tendem a se afastar o máximo possível mantendo a mesma distância do átomo central.</p>							
7	<p>Regra 2 - Uma ligação múltipla é tratada como uma única região de alta concentração de elétrons, ou seja, dois ou três pares de elétrons de uma ligação permanecem juntos e repelem outras ligações ou pares isolados como se fossem uma única unidade.</p>							
8	<p>Regra 3 - Um elétron desemparelhado no átomo central é tratado como uma região de alta concentração de elétrons e atua como um par isolado na determinação da geometria molecular.</p>							
9	<p>Regra 4 - Ligações múltiplas repelem pares de elétrons ligantes semelhantes aos pares de elétrons isolados.</p>							
10	<p>Regra 5 - Os pares de elétrons isolados (pares não ligantes) ocupam um volume maior do que os pares de elétrons na ligação (pares ligantes).</p>							
11	<p>Regra 6 - As forças relativas das repulsões dos pares de elétrons estão na ordem: par isolado – par isolado > par isolado – par ligado > par ligado – par ligado</p>							
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								

Figura 2 – Planilha “Ajuda” do aplicativo com fundamentação teórica e regras para prever a geometria molecular.

Tabela 1 – Planilha “Ajuda” com exemplos e imagens para auxiliar na determinação da geometria molecular e usada como ferramenta de busca do aplicativo geometria molecular através da função PROCX.

	A	B	C	D	E	F	G
		número de ligantes em torno do elemento central	número de pares de elétrons não ligantes do elemento central	arranjo espacial	geometria molecular	exemplo	imagem
38							
39		2	0	linear	linear	CO ₂	
40			1	trigonal plano	angular	NO ₂ ⁻ íon nitrito	
41			2	tetraedro	angular	H ₂ O	
42			3	bipirâmide trigonal	linear	XeF ₂	
43		3	0	trigonal plano	trigonal plano	BF ₃	
44			1	tetraedro	pirâmide trigonal	NH ₃	
45			2	bipirâmide trigonal	forma de T	ClF ₃	
46		4	0	tetraedro	tetraedro	CH ₄	
47			1	bipirâmide trigonal	gangorra	SF ₄	
48			2	octaedro	quadrado plano	XeF ₄	
49		5	0	bipirâmide trigonal	bipirâmide trigonal	PCl ₅	
50			1	octaedro	pirâmide de base quadrada	BrF ₅	
51		6	0	octaedro	octaedro	SF ₆	

Esse objeto de aprendizagem ou aplicativo na forma de uma planilha eletrônica foi aplicado na disciplina de química geral II - 2023.1 da Universidade Federal do Maranhão - UFMA como ferramenta auxiliar e mediadora da aprendizagem relacionado ao tema teoria da repulsão dos pares de elétrons da camada de valência, RPECV, para prever o arranjo espacial e a geometria de uma molécula. O uso desse aplicativo em sala permitiu identificar um maior envolvimento e motivação dos alunos na discussão do tema à medida que eles interagiam e questionavam.

O estudo da geometria molecular desempenha um papel importante no entendimento das propriedades físicas e químicas das substâncias, como por exemplo a solubilidade e a polaridade das moléculas. No entanto, muitos alunos apresentam dificuldades em imaginar uma molécula tridimensionalmente e compreender os conceitos relacionados à geometria molecular. Além disso, a pouca disponibilidade de recursos didáticos interativos pode limitar o ensino e não obter uma aprendizagem significativa desses conceitos. Nesse contexto, os objetos de aprendizagem despontam como uma solução eficaz, proporcionando uma abordagem mais dinâmica e envolvente para o ensino de geometria molecular.

No decorrer das aulas expositivas sobre a Teoria da Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência foi observado que os alunos tinham muitas dificuldades para entender o tema proposto. No entanto, após a utilização do aplicativo “Geometria molecular” pelos alunos em sala de aula percebeu-se uma evidente evolução na motivação e na aprendizagem dos conteúdos tornando as aulas mais dinâmicas e atrativas.

O uso de smartphone em sala de aula, numa perspectiva pedagógica, ainda sofre bastante resistência por parte dos professores por considerar que são fontes de distração. No entanto, esse trabalho mostrou que o uso correto desses dispositivos móveis no contexto escolar pode obter resultados promissores.

Os resultados da aplicação do OA em sala de aula foram analisados quanto à precisão e abrangência das respostas fornecidas pelos alunos participantes. Sem o uso da planilha, a grande maioria apresentou dificuldades em definir a geometria dos compostos apresentados. A abordagem baseada na planilha de aprendizagem revelou-se eficaz na promoção de uma compreensão mais segura e mais profunda e prática dos conceitos de geometria molecular, conforme depoimento dos envolvidos.

A condução dessa abordagem teve como alvo a promoção do engajamento ativo dos alunos na análise do OA quanto a aplicação das teorias relacionadas à geometria molecular. Além disso, estimulou o desenvolvimento de habilidades práticas, tais como a aplicação de conhecimentos teóricos em situações concretas, a capacidade de análise e resolução de problemas, bem como a familiarização com ferramentas digitais, como a planilha eletrônica.

Conclusões

O Objeto de aprendizagem “Geometria molecular” desenvolvido na forma de uma planilha eletrônica da Microsoft Excel 365 exige pouca memória do computador, é rápido e de fácil utilização, podendo ser processado em microcomputadores ou notebooks com o sistema operacional Windows ou *smartphones* utilizando o sistema operacional Android e não precisa de instalação.

O desenvolvimento e aplicação desse Objeto de Aprendizagem em sala de aula mostrou resultados promissores promovendo uma maior motivação dos estudantes pelos conteúdos de química abordados, apontando-se como uma ferramenta auxiliar importante no processo de ensino-aprendizagem. Além disso, também proporcionou uma maior interação do estudante com o aplicativo através do botão de ajuda disponibilizando um texto contendo uma fundamentação teórica relacionado ao assunto quando o estudante se sentia inseguro na resolução dos problemas, permitindo dessa forma uma melhor compreensão dos conceitos abordados.

Este estudo também contribui para uma melhor compreensão da viabilidade e eficácia dos objetos de aprendizagem como ferramentas complementares no processo educacional. Ao integrar estes recursos digitais em sala de aula, os educadores permitem uma personalização da aprendizagem, atendendo as demandas específicas dos alunos, a visualização de conceitos abstratos, a interatividade e o engajamento, culminando com um aprendizado mais autônomo, além de exemplificar para os futuros docentes recursos educacionais que poderão ser desenvolvidos por eles em suas práticas pedagógicas.

Referências

- Atkins, P; Jones, L.; Laverman, L. Princípio de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente, 7ª edição, editora Bookman, Porto Alegre, 2018, ISBN: 978-85-8260-462-5.
- Brasil. Ministério da Educação e Cultura. Objetos de Aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico, 2007.
- Brown, T. L. et al.; Química: a ciência central, 13ª edição, editora Pearson, São Paulo, 2016, ISBN: 978-85-430-0565-2.
- Chang, R; Goldsby K. A.; Química, 11ª edição, editora Bookman, Porto Alegre, 2013, ISBN: 978-85-8055-256-0.
- Giordan, M. Computadores e linguagens nas aulas de ciências. Ijuí: Unijuí, 2008.
- Lima, J. B. et al. Desenvolvimento de um objeto de aprendizagem para o ensino de cinética química; 56ºCBQ, 2016 – Belém-PA; disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2016/trabalhos/6/9978-22003.html>> acessado em 22/08/2023.
- Linux Educacional – Encontro Estadual de Formação, MEC/SEED/UFRGS/CINTED/, Módulo 4; disponível em: <http://webeduc.mec.gov.br/linuxeducacional/curso_le/modulo4.html>. Acessado em 09/08/2017.
- Prata, Carmem Lúcia; Nascimento, Anna Christina de Azevedo (orgs.). Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico. Brasília: MEC, SEED, 2007. ISBN: 978-85-296-0093-2, 154 p, p.20.
- Prensky, M. Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais. 1ª ed. São Paulo: Senac SP, v.1, 2012.